

**ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DE
L'INTERACTION
DE DEUX DROITES
PARALLÈLES ET INÉGALES
(CENTRATIONS RELATIVES)
DE L'ENFANT A L'ADULTE**

THÈSE

présentée à l'Institut des sciences de l'éducation
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences de l'éducation
(mention psychologie)

par

MAHMOUD MANSOUR
D'IRAN

THÈSE N° 11



Digitized by the Internet Archive
in 2026

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DE
L'INTERACTION
DE DEUX DROITES
PARALLÈLES ET INÉGALES
(CENTRATIONS RELATIVES)
DE L'ENFANT A L'ADULTE

**ÉTUDE EXPÉRIMENTALE
DE
L'INTERACTION
DE DEUX DROITES
PARALLÈLES ET INÉGALES
(CENTRATIONS RELATIVES)
DE L'ENFANT A L'ADULTE**

THÈSE

présentée à l'Institut des sciences de l'éducation
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences de l'éducation
(mention psychologie)

par

MAHMOUD MANSOUR
D'IRAN

THÈSE N° 11

IMPRIMERIE «LES PRESSES DE SAVOIE»
AMBILLY - ANNEMASSE

1973

L'Institut des Sciences de l'éducation, sur le préavis d'une commission composée de MM. les professeurs Jean PIAGET, M.-R. LAMBERCIER et de M. B. MATALON, autorise l'impression de la présente thèse, sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Jean PIAGET

*Codirecteur de l'Institut des Sciences
de l'éducation.*

Thèse N° 11.

M. Mahmoud MANSOUR

*Sujet : Etude expérimentale de
l'interaction de deux droites
parallèles et inégales, de
l'enfant à l'adulte.*



Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Monsieur le Professeur J. PIAGET qui a bien voulu diriger le présent travail. Nos recherches n'auraient jamais abouti si tant de patience n'était venue soutenir l'extrême obligeance de notre maître.

Notre vive reconnaissance va également à Monsieur le Professeur M. LAMBERCIER qui nous a initié à l'expérimentation. Ses conseils nous furent d'une grande utilité pour mener à bien notre tâche.

Enfin il est de notre devoir de témoigner notre reconnaissance aux autorités scolaires de Genève, aux maîtres et aux maîtresses d'école qui tous, avec une large compréhension, ont facilité nos recherches.

M. M.

INTRODUCTION

Dans une série de recherches sur le développement des perceptions dont la première a été publiée en 1942, Piaget développe une nouvelle conception de la perception (13 a). « Elle est, nous dit l'auteur, la connaissance de l'objet présent, en référence avec un champ sensoriel, c'est-à-dire avec tout ce qui affecte simultanément, à un moment donné, et pendant un court instant, un ou plusieurs organes sensoriels. » Mais Piaget fait une distinction entre la sensation, qui est censée ne nous signaler que les qualités de l'objet, et la perception qui, à la différence de la sensation, nous fait connaître l'objet lui-même, dans sa totalité (11 e). La perception ainsi définie, voyons la place qu'elle occupe selon l'auteur parmi d'autres plans de connaissances.

Dans l'explication psychologique des processus de l'esprit humain, Piaget distingue trois réalités différentes, à savoir la perception, l'activité perceptive et l'intelligence. Alors que l'intelligence évolue par paliers successifs d'équilibre pour aboutir à la réversibilité et à la composition totale, les structures perceptives sont, par contre, non additives et irréversibles, parce que les compositions n'y sont qu'exceptionnellement complètes et que la stabilité en est fragile. Les phénomènes perceptifs, appelés les effets du champ (par analogie au champ perceptif), sont les résultantes d'un équilibre non additif établies à partir d'effets élémentaires simples. Mais il est très important de distinguer parmi les déformations perceptives celles qui résultent uniquement d'effets de champ primaires et celles qui sont fortement influencées par le degré d'activité du sujet (24). Contrairement aux Gestaltistes qui réduisent la perception aux seuls effets de champ, Piaget établit une distinction entre les illusions primaires dues aux effets de champ et les illusions secondaires qui ne sont pas explicables par ces derniers seuls, et ceci parce que les mécanismes perceptifs ne sont pas distribués sur un plan unique mais sur plusieurs. Il existe des effets de champ, ou interactions immédiates entre éléments perçus simultanément dans leurs relations mutuelles, mais il y a, au-delà des effets du champ, un ensemble d'activités perceptives, mettant en relation à des distances toujours plus grandes, dans l'espace et dans le temps, les effets élémentaires qui s'orientent dans la direction de la réversibilité intelligente (11 b). En opposition avec la perception des simples rapports, l'activité perceptive dépasse le cadre des interactions simultanées et immédiates et s'apparente aux opérations de l'intelligence. Mais deux différences essentielles

séparent ces deux derniers domaines : tout d'abord tandis que les opérations intellectuelles consistent à grouper leurs objets, en les déplaçant à volonté, l'activité préopératoire caractéristique de la perception se borne à les réunir ou à les dissocier au moyen des mouvements ou des positions propres, c'est-à-dire en adaptant les organes sensoriels à des situations de fait non modifiables. En second lieu, tandis que les opérations intellectuelles parviennent à ne pas déformer leurs objets tout en les assimilant à des structures qui les complètent, l'activité perceptive comporte nécessairement une assimilation déformante inhérente à son mécanisme de base lui-même.

Mais comment analyser et interpréter les illusions optiques qui ne sont pas des perceptions par hasard inexactes mais qui sont des règles dans le domaine perceptif ? Piaget réfute l'immense réalisation des psychophysiciens qui ont échoué dans l'explication des déformations perceptives, à cause de leur formation atomistique. La Gestaltheorie, malgré l'effort considérable qu'elle a fait pour démontrer que les éléments sont subordonnés à l'ensemble, est condamnée à son tour, car elle ne mesure rien et échoue quant à l'élaboration d'une théorie quantitative de la bonne forme. Seule la théorie des centrations relatives découverte par Piaget résout le problème. Cette théorie considère la perception comme une totalité de relations, une totalité qui est, contrairement à la théorie de la forme, analysable et décomposable ; des relations qui sont autre chose que des éléments sur lesquels repose l'explication atomistique des faits perceptifs.

Les déformations perceptives sont subordonnées aux effets du champ perceptif. Les illusions primaires issues de ces déformations ne sauraient être expliquées que par la théorie des centrations.

Piaget réduit les déformations perceptives aux processus de centration et de décentration. Car l'illusion est fonction de la centration et sa correction est fonction de la décentration. Partant de l'hypothèse de l'hétérogénéité du champ visuel (zone centrale et sa périphérie), Piaget fait appel à un mécanisme dont il a cherché à contrôler l'influence effective : tout élément centré par le regard est de ce fait surestimé, tandis que les éléments non actuellement centrés sont dévalorisés par rapport à lui, les surestimations ou sous-estimations étant proportionnelles aux grandeurs des éléments considérés. Au moyen d'un tel effet, on peut simultanément expliquer les actions de contraste entre deux grandeurs inégales et les actions d'égalisation entre deux grandeurs voisines (11 b). « La centration, dit encore Piaget, est un aspect de la perception qui est essentiellement relatif au sujet, puisque la fixation du regard sélectionne et renforce les rapports selon le point de vue momentané. Enfin la centration est la réunion des rapports perçus simultanément en fonction d'un point de fixation du regard (13 a). »

Mais en plus de ces actions de centration qui sont donc fondamentales dans les effets de champ, il se produit aussi des actions de décentration qui interviennent lorsque plusieurs centrations successives sont mises en relation et qui ont pour résultat un ensemble de compensations

relatives. Ainsi la décentration est essentiellement adaptation à l'objet, par le fait qu'elle coordonne les fixations successives ou les points de vue différents, et corrige ainsi les déformations d'ordre « central ». On peut donc dire que la décentration est la « régulation » qui, lors du passage d'une centration à une autre, diminue les transformations non compensées qui caractérisent la première. Cette décentration constitue déjà un début d'activité perceptive. Mais la réversibilité de telles organisations demeure incomplète, parce que, au lieu de la totalité des combinaisons possibles, il n'entre en jeu qu'une partie d'entre elles, et en vertu de considérations probabilistes (11 f).

La loi des centrations relatives exprime les déformations perceptives sous forme d'une relation quantitative d'ensemble traduite en un schéma probabiliste. Cette loi s'applique à toutes les illusions géométriques planes : illusions primaires liées aux effets du champ. Les problèmes que posent ces illusions trouvent leur solution dans l'interprétation de deux thèmes sur lesquels est fondée la théorie des centrations relatives : le phénomène de centration (mécanisme probabiliste des rencontres) et la composition probabiliste des centrations en divers points de la figure, par couplages (11 c).

Or, l'étude génétique des perceptions a démontré que les illusions primaires restent qualitativement invariables. Ceci s'explique par le fait que la probabilité des couplages de différence n'est fonction que des dimensions de la figure. La valeur relative de l'illusion reste la même chez tous les sujets. La diminution quantitative avec l'âge s'explique par les erreurs élémentaires elles-mêmes (rencontres et couplages). Etant donné que l'exploration, l'attention et la vitesse de la mobilité oculaire s'accroissent au cours de développement, il est de ce fait légitime de supposer que les couplages augmentent avec l'âge. L'illusion varie suivant la durée de centration : en vision instantanée (tachistoscopique) le nombre des points de rencontre est petit et de ce fait l'erreur absolue est plus faible. Quant aux couplages, ils sont dans cette condition plus incomplets, ce qui explique pourquoi l'erreur relative est plus forte.

Enfin la théorie des centrations relatives donne un nouveau contenu à la notion de structure perceptive. Il est vrai qu'il existe des structures de la perception, que le tout n'y est pas égal à la somme des parties et qu'elles se distinguent des structures opératoires de l'intelligence en ce qu'elles sont non additives et irréversibles, mais c'est le caractère probabiliste, donc incomplet, des compositions perceptives qui explique l'irréversibilité et la non-additivité.

II

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

§ 1. POSITION DU PROBLÈME.

Selon les nombreux travaux de Piaget et ses collaborateurs sur le développement des perceptions de l'enfant à l'adulte, nous savons qu'au sein des illusions primaires il existe une catégorie d'illusions (rectangles, angles, etc.) dans lesquelles on ne trouve pas un élément virtuel jouant un rôle figural et intervenant dans les diverses relations au même titre que les autres éléments de la figure. Ainsi, par exemple, dans un rectangle des déformations ne sont que le produit des interactions entre les éléments réels (les côtés du rectangle) de cette figure. Par contre, dans une seconde catégorie d'illusions comme celles des cercles concentriques (Delbœuf), des trapèzes et de Müller-Lyer, le rôle figural des éléments virtuels dans la perception d'ensemble des figures est expérimentalement prouvé. Ainsi la ligne A (élément réel) forme avec A' (élément virtuel se formant à partir des éléments réels de la figure) une relation qui est pour beaucoup dans les déformations des divers éléments.

Or, en nous plaçant au point de vue de l'hypothèse de centration et de la loi des centrations relatives, nous nous proposons d'étudier expérimentalement l'interaction de deux droites B et A (figure 1), inégales, et parallèles, en maintenant constante la ligne B et en variant la longueur de A qui toutefois reste toujours inférieure à la longueur de B .

En commençant cette étude, et sans préjuger des résultats expérimentaux, nous nous sommes demandé à quelle catégorie de figures pourrait appartenir la nôtre. Fera-t-elle partie de la catégorie des figures comportant un élément figural ou au contraire ne s'établira-t-il des relations qu'entre les seuls éléments réels de la figure ? Ceci nous conduit à formuler deux hypothèses. Selon une première hypothèse, on peut penser qu'il existerait une relation directe entre B et A et se demander si les effets expérimentaux sont donnés par la relation $(B-A)A^1$. Par

¹ Les relations formulées dans ce travail sont déduites de la formule des centrations relatives : $P = \mp \frac{(L_1 - L_2) L_2}{S} \times \frac{nL}{L_{Max}}$; nous mettons B pour L_1

et A pour L_2 suivant la relation $B > A$ et A pour L_1 et A' pour L_2 ou l'inverse selon la relation $A \leq A'$ et B pour L_1 et A' pour L_2 selon la relation $B > A'$ etc.

contre, en admettant qu'il y ait un effet figural et que la ligne A' joue un rôle essentiel dans les effets produits, on pourrait alors penser, suivant une seconde hypothèse, que les effets expérimentaux sont donnés par la relation entre A et A' soit : $(A-A')A'$ si $A > A'$ et $(A'-A)A$ si $A' > A$ ou par la relation entre B et A' soit $(B-A')A'$.

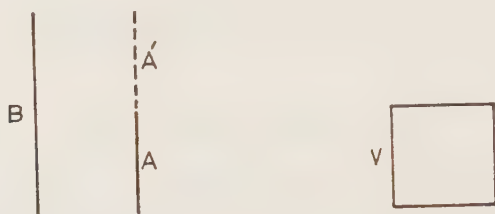


Fig. 1.

Enfin on pourrait envisager que les deux sortes de relations que nous venons d'exposer participent à la fois à la création des effets expérimentaux et cette dernière hypothèse serait vérifiée soit dans tous les cas, soit tout au moins dans un certain nombre limité des situations expérimentales. Ainsi les relations envisagées seraient soit la composition des relations entre A et A' et entre B et A' d'où $(A-A')A'$ $(B-A)A$, soit celle des relations entre A et A' et B et A' , d'où $(A-A')A$ $(B-A')A'$.

Ces relations possibles se résument ainsi :

Relation 1 : relation entre B et A où $B > A$: $(B-A)A$.

Relation 2 : relation entre B et A' où $B > A'$: $(B-A')A'$.

Relation 3 : relation entre A et A' où $A \leq A'$. Nous aurons $(A-A')A'$ si $A > A'$ ou $(A'-A)A$ si $A < A'$.

Relation 4 : inverse de relation 3. On obtient cette relation en inversant l'ordre $A < A'$ et $A > A'$.

Relation 5 : multiplication des relations 1 et 3. Nous aurons $(A-A')A'$ $(B-A)A$, si $A > A'$ ou $(A'-A)A$ $(B-A)A$ si $A < A'$.

Relation 6 : multiplication des relations 2 et 4. Nous aurons $(A-A')A'$ $(B-A')A'$ si $A > A'$ ou $(A'-A)A$ $(B-A')A'$ si $A < A'$.

Ces relations ainsi exposées, nous ne pouvons y faire aucune sélection avant d'avoir analysé les résultats de nos expériences. Un certain nombre de questions nous préoccuperont tout le long de nos recherches.

Nous nous demandons : quel serait le rôle de la différence $A' = (B-A)$ sur les déformations de A et de B ? Est-ce qu'il y aurait une relation entre A' et les éléments réels de nos figures qui dominerait les déformations produites ? Dans le cas positif, quelles seraient les conditions dans lesquelles une telle relation serait dominante, ou inversement dans quelles mesures une telle relation n'exercerait-elle aucune action sur les déformations de A ou de B ou serait-elle masquée par d'autres relations ? Enfin, dans les cas où il s'agirait de prédominance de relation $A \leq A'$ ou celle de $A \leq A' \times B > A$, peut-on trouver, comme c'est le cas théorique des relations 3 et 5, un maximum positif, un minimum ou maximum négatif et un point nul ? Ou enfin, d'une façon générale, à quelle courbe théorique correspondrait mieux le résultat de chacune de nos expériences ? Ce n'est qu'en nous référant tout le temps aux résultats expérimentaux que nous serons en droit de sélectionner l'une ou l'autre des relations théoriques possibles pour expliquer les déformations des éléments de nos figures.

En comparant la relation $A \leq A'$, susceptible de se produire dans les figures que nous nous proposons d'examiner, avec la même relation dans les illusions des cercles concentriques, de Müller-Lyer et de trapèze (fig. 2), relation prouvée expérimentalement, nous pourrions affirmer, dans le cas positif, que la signification de la différence A' de nos figures pourra rejoindre celle des illusions mentionnées ci-dessus et revêtir une signification plus large.



Fig. 2. — 1) parallèles ; 2) trapèze ; 3) Müller-Lyer ; 4) Cercles concentriques (Delbœuf).

Pratiquement avec les variations que nous introduisons dans la figure schématisée plus haut (fig. 1), nous nous proposons de répondre aux problèmes suivants :

1) Nous examinerons les déformations de B et de A dans les trois directions verticale, horizontale et oblique (inclinaison de 45°) des lignes, en nous demandant si ce sont les couplages $(B-A)A$ qui domineront les résultats expérimentaux ou ceux de $(B-A')A$ et $(A-A')A'$ ou encore la relation multiplicative de l'une et l'autre de ces trois relations.

2) En augmentant la surface entre B et A , nous nous proposons d'étudier les changements qui interviendraient dans les résultats selon le facteur de distance.

3) Enfin, nous nous demanderons quels changements se produiraient une fois que la ligne A est présentée aux sujets en tant que le côté d'un demi-trapèze, d'un trapèze intermédiaire (ni rectangulaire ni isocèle) ou finalement d'un trapèze complet et isocèle.

En établissant ainsi nos expériences de base, nous nous proposons de nous renseigner par la suite sur l'évolution génétique des mécanismes intervenant dans les déformations de nos figures. L'étude génétique de ces processus perceptifs nous préoccupera en second lieu et fera l'objet du deuxième chapitre de notre travail.

§ 2. MÉTHODE ADOPTÉE.

1. Nous avons adopté la même méthode que Piaget a utilisée dans ses recherches. Elle consiste à faire varier les conditions d'une structure perceptive quelconque et à étudier les effets de ces variations sur la perception de sujets d'âge croissant, dès l'âge où l'expérience est possible jusqu'à l'âge adulte (13 a).

L'expérience s'effectuera à l'aide d'un matériel comportant des figures géométriques simples, ne posant pas de difficulté. Les sujets seront examinés individuellement. Chaque âge sera caractérisé par un groupe suffisant de sujets. Le nombre des garçons et des filles sera représenté en égale proportion.

Une série d'expériences de sondages inaugurera la recherche ; nous retiendrons de ces expériences celles qui répondent le mieux aux exigences expérimentales, celles qui peuvent être vérifiées et contrôlées ou qui sont facilement susceptibles de l'être.

Nos expériences de base seront établies sur des groupes homogènes (des adultes de préférence ou des sujets les plus proches des adultes). Une fois la batterie des expériences principales constituée, nous passerons à l'étude génétique des faits, sans toutefois pouvoir préciser d'avance les examens de contrôle qui surgiront en cours de route.

2. Quant à la méthode d'examen des sujets, nous avons adopté la « méthode concentrique » appliquée dans de nombreuses expériences par les collaborateurs et élèves de Piaget. Nous avons préféré cette méthode à la méthode des limites qui introduit un effet sérial temporel entre les mesurants successivement présentés et qui risque d'augmenter le taux de l'erreur chez les adultes, alors que la méthode concentrique supprime cet effet (15).

Or, les variables ont été présentées aux sujets dans un ordre régulier en commençant par des différences nettement perceptibles pour les sujets et en les restreignant au fur et à mesure d'une façon concentrique. Au cours de nos expériences nous avons tenu compte de deux faits : le premier est que les jugements de certains sujets pour les valeurs extrêmes de l'échelle des variables vont de soi ; dans ce cas on peut se permettre d'éliminer certaines de ces valeurs pour abrégier l'expérience.

Un second fait est que la plupart des sujets se rendent compte rapidement de l'ordre de présentation des stimuli et prennent cette attitude d'alternance pour les différences moins nettement perceptibles. Il est donc nécessaire, surtout chez les enfants, de contrôler leurs jugements. Pour contrecarrer cette attitude il suffit de dérégler apparemment l'ordre de présentation des variables, en présentant au sujet de temps en temps des stimuli qui ne sont pas à leur place sériale, soit en répétant une même variable, soit en insérant des variables exceptionnelles dans la série (1, 3, 10, 22, 25).

§ 3. TECHNIQUE UTILISÉE.

Consigne et conduite de l'expérience.

Les consignes de nos expériences ont été simples. Nous avons demandé à chaque sujet de regarder la ligne prise comme étalon, puis de regarder également la variable et de nous dire si cette ligne (variable) était plus petite ou plus grande que l'autre (étalon). Le jugement du sujet portait donc toujours sur la variable. Nous demandons au sujet les deux catégories de jugements : « plus petit » et « plus grand ».

Ce choix était d'un grand intérêt pour l'homogénéité de nos techniques dans l'étude génétique. Car il y a une forte tendance chez les enfants à donner l'égalité. Si certains sujets persistaient dans cette troisième catégorie, nous avons répété les variables jusqu'à ce qu'ils éliminent l'égalité.

Ceci dit, nous avons examiné nos sujets, enfants et adultes, en les soumettant aux conditions suivantes :

Nous avons présenté nos cartons l'un après l'autre toujours sur un carton de 35×45 cm du même genre de carton blanc utilisé pour les diverses expériences et constituant un fond uni et homogène. Cette

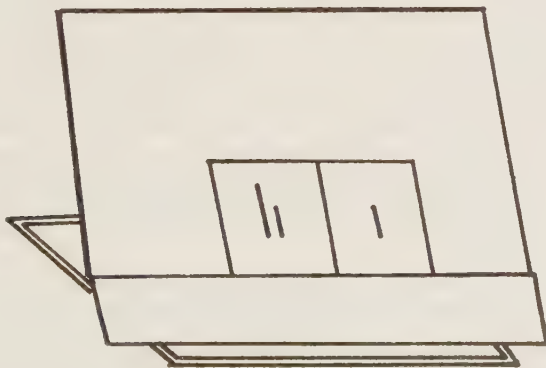


Fig. 3.

précaution a été prise dans le but de rendre l'expérience aussi homogène que possible. Nous mettions nos cartons munis de leurs figures à estimer sur ce grand carton qui leur servait de fond sur un dispositif réglable (une liseuse). Nous réglions le dispositif de façon que, situé généralement à 40 ou 50 cm du sujet, le regard de ce dernier tombe à angle droit sur la surface du dispositif (voir fig. 3).

Afin d'éviter la différence qui pourrait surgir de l'estimation à tête droite ou penchée, nous demandions à chaque sujet qu'il veuille bien ne pas se pencher sur les figures et qu'il ne s'éloigne pas de la position que nous lui indiquons au début. Ainsi la distance entre les yeux du sujet et le dispositif n'a varié qu'entre 30 et 60 cm (27).

Quant à la durée des expériences nous donnons les indications suivantes : avec les adultes nous intercalons une pause de 60 à 90 secondes après chaque « phase »¹ et une pause de 5 minutes après trois « phases ». La durée complète d'une expérience (6 à 7 phases), pauses comprises, étaient d'environ 80 minutes.

Avec les enfants nous procédions autrement. Accorder à l'enfant des pauses et un temps de repos ne se révéla pas heureux dès nos premières expériences. Rester muet pendant ces interruptions était cause de fatigue pour l'enfant. Parler avec lui c'était risquer de déplacer son intérêt et porter son attention ailleurs. C'est pourquoi nous prenions chaque fois deux enfants et nous les examinions à tour de rôle. Pendant que nous travaillions avec l'un de ces enfants, l'autre travaillait pour son compte, il avait un crayon et un morceau de papier et pouvait crayonner ce que bon lui semblait. Il pouvait dessiner, écrire, copier, ou calculer. Presque la majorité des enfants aimaient dessiner et nous leur fournissions un modèle en croquis (une fleur ou une maison).

Aux enfants, comme aux adultes, nous demandions s'ils portaient des lunettes pour lire et dans les cas positifs nous les invitons à porter leurs lunettes pendant l'expérience.

D'autre part, notre souci majeur était d'établir un bon contact avec les sujets.

Aux adultes (ceux qui ne connaissaient pas la psychologie ou l'assimilaient à la graphologie et à la chiromancie, aux jeux de cartes, etc.) nous exposions l'intérêt des travaux de ce genre et de l'application de ces travaux dans les différents domaines de la vie humaine. Nous les tranquillisions du fait que notre travail n'a aucun rapport avec leurs sentiments, leur personnalité, mais que par ailleurs leurs résultats avaient un intérêt théorique pour notre recherche.

Quant aux enfants, nous faisons de notre mieux pour entrer d'abord en très bon contact avec les maîtres et maîtresses. Nous avons senti que l'attitude des enfants variait suivant l'accueil que les maîtres ou les maîtresses nous réservaient. Ainsi nous tenions à indiquer à ces derniers qu'ils pouvaient, par leur attitude bienveillante, encourager les enfants et tenir en éveil leur enthousiasme. Car, malgré le désir de la plupart des enfants de trouver une occasion pour désertir la classe, l'état crispé des maîtres pouvait crispier l'enfant et causer un certain malaise.

Nous usions de la bonne foi des enfants pour tenir en éveil leur intérêt. Nous demandions à chaque enfant de s'asseoir sur une chaise devant notre

¹ Nous parlons de « phase » chaque fois que nous avons affaire à une série de variables se comparant à un seul et même mesuré (étalon).

table d'expérience. (Nous ne possédions pas une table réglable, mais par contre nous trouvions dans chaque école, pour notre expérience, deux ou trois chaises de hauteur différente, pour « adapter » notre table à chaque sujet.) Puis nous demandions à l'enfant d'écrire son nom et son âge sur le protocole dans le but de le familiariser avec notre travail (bien que ces indications fussent chaque fois précisées par les maîtres et les maîtresses). Puis nous nous adressions au sujet en lui demandant : « Est-ce que tu calcules bien ? » « Est-ce que tu écris bien ? » « Est-ce que tu dessines bien ? » « Qu'est-ce que tu fais le mieux ? » Et suivant la réponse de l'enfant nous enchaînions comme suit : « Puisque tu écris bien, etc., voilà un jeu pour toi. » Ainsi nous greffions cet intérêt nécessaire pour notre expérience sur son intérêt à l'égard d'une de ces disciplines scolaires. Cela nous permettait de traiter avec chaque sujet d'une manière un peu spéciale et d'éviter par là le danger de la monotonie.

Pour certains sujets, il suffisait d'un « avertissement gentil » pour qu'ils cessent d'anticiper sur le jugement qu'ils nous donnaient. Pour d'autres, il fallait parfois un « avertissement grave » pour supprimer ce jeu d'anticipation. Ces avertissements survenaient chaque fois que le sujet, malgré la répétition d'une même variable ou des variables exceptionnelles, gardait cette attitude.

Chez les petits de 5-6 ans, le plus grand danger était la tendance à se livrer à « une estimation absolue des variables ». Nous avons pris tous les soins possibles pour corriger cette attitude et pour contrôler les résultats. Nous répétions à plusieurs reprises les consignes et nous contrôlions les regards du sujet pour nous assurer qu'il comparait chaque fois la variable avec l'étalon. Très souvent les petits oubliaient nos consignes et reprenaient la tactique de l'estimation absolue. Dans ces cas nous montrions chaque fois la variable et l'étalon pour amener le sujet à faire une comparaison.

Autre phénomène : certains jeunes enfants avaient de la peine à comprendre nos consignes. Dans ces cas nous procédions de la manière suivante : dépistant rapidement la tendance verbale du sujet (car certains sujets aiment à désigner souvent soit la plus petite soit la plus grande des deux lignes à comparer), nous demandions chaque fois à quelle ligne allait son jugement. En tout cas pour les enfants de 5-6 ans le meilleur moyen était de laisser choisir au sujet lui-même un seul verbe de comparaison ; et c'est ainsi que nous avons examiné ceux qui ne comprenaient pas nos consignes¹. Nous demandions suivant leur tendance : « Quelle est la ligne la plus petite, celle-ci ou celle-là ? (celle de gauche ou celle de droite ?) »

Bref, par toutes ces indications, précisons-le, nous voulons montrer que nous avons essayé, dans nos expériences, de tenir compte des points suivants :

- 1° réduire la fatigue du sujet au minimum possible ;
- 2° tenir éveillé l'intérêt du sujet durant l'expérience ;

¹ Lambercier considère à cet égard qu'il s'agit là du type de réponses non dirigées et par le fait même chacun des deux termes de comparaison peut devenir mesurant au mesuré (10). Mais cela ne nuisait en rien à nos résultats, puisqu'il s'agissait dans le cas des petits enfants d'une tendance générale. Car la majorité des jeunes sujets qui comprenaient nos consignes jugeaient spontanément et même avec persévérance les deux termes de comparaison : par exemple : « Ça c'est plus petit » (variable) et « ça c'est plus grand » (étalon).

- 3° faire de notre mieux pour que le sujet apporte son maximum d'attention à l'expérience, ce qui est en rapport avec son intérêt ;
- 4° créer dans la mesure du possible la meilleure situation expérimentale, en adaptant l'expérience à chaque sujet ;
- 5° n'enregistrer que des résultats contrôlés avec les soins et les précisions nécessaires.

§ 4. EXPÉRIENCE PRÉLIMINAIRE.

Choix du type de variable.

Notre travail a commencé par un certain nombre de tâtonnements quant au choix de grandeurs des figures que nous devions examiner. En changeant la longueur des lignes et la distance entre elles dans les limites possibles de l'expérience, nous avons examiné chaque fois un nombre restreint de sujets (4 ou 5 en général) et sur cette base nous avons été amené à fixer la longueur de *B* (la ligne parallèle avec *A*, toujours plus longue lorsqu'elle est située à gauche de cette dernière) à 70 mm et à envisager deux types de mesurants (variables) : une simple droite et une droite formée d'un des côtés d'un carré.

Dans les expériences qui suivent, nous faisons suivre le numéro de l'expérience par la lettre « L » pour déterminer l'emploi des simples droites comme mesurants et la lettre « C » pour l'emploi des côtés des carrés en tant que mesurants.

A. Expérience 1 L.

La droite comme variable ou mesurant.

a) Matériel et technique :

Nous avons tracé nos lignes, qui sont verticales dans cette expérience, sur des cartons bristol blanc, tous de même brillance et assez lisses. Nous les avons tracées à l'encre de Chine et nous avons fait de notre mieux pour qu'elles soient toutes de même épaisseur (0,3 mm environ). Les « mesurés » (la ligne *A* dans ses différentes longueurs) sont dessinés sur 6 cartons. Sur les 6 cartons la longueur de *B* reste invariable (70 mm). Quant à la ligne *A*, elle est parallèle à la ligne *B* et distante d'elle de 4 mm. Partant de même base que *B*, la ligne *A* varie de 10 à 60 mm sur une échelle de 10 en 10 mm. Ainsi nous avons 6 longueurs différentes de *A* soit *A*₁, *A*₂, *A*₃, *A*₄, *A*₅, *A*₆, respectivement longues de 10, 20, 30, 40, 50, 60 mm. D'autre part, nous avons préparé pour chaque « mesuré » une série de mesurants en ligne simple, de même épaisseur que les « mesurés », commençant par une longueur de 10 mm inférieure à la longueur de l'étalon (mesuré) et finissant par une longueur de 10 mm supérieure à ce dernier. La variation des mesurants se fait par un échelon de 1 mm, soit une vingtaine de mesurants

groupés autour du mesurant « central » (mesurant qui correspond à la longueur exacte du mesuré). Les mesurants et les mesurés sont tracés sur des cartons bristol blanc homogène de format 148 mm × 104 mm). Bien que les variables soient séparées de l'étalon, une distance de 90 mm est toujours observée entre variable et étalon (voir figure 4). Dans les 6 phases de notre expériences, les variables sont présentées à droite de l'étalon. Les sujets sont examinés par la méthode concentrique. Ils ont été autorisés à donner les deux catégories de jugements. Les sujets examinés sont au nombre de 20, tous des écoliers et écolières âgés de 11-12 ans. Les deux sexes y sont représentés en proportion égale (pour plus de détails nous prions le lecteur de se référer à l'exposé de nos méthodes et techniques exposées plus haut et valables pour l'ensemble de nos expériences).

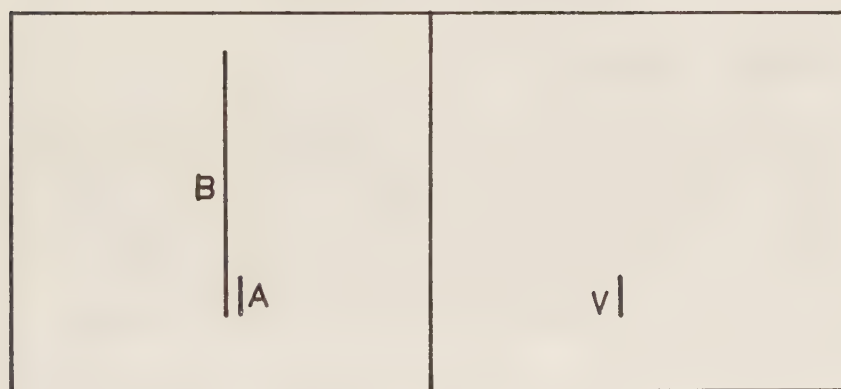


Fig. 4. — B = constant ; A = mesuré (étalon) ; V = mesurant (variable).

b) Résultats numériques :

Les erreurs systématiques sont calculées par la méthode graphique, méthode qui nous donne rapidement et facilement les données de l'expérience (3, 4, 25).

TABLEAU 1.

Expérience I L. Moyennes des erreurs systématiques, les maxima et les minima en %, ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A en mm	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	— 5,0	—3,2	— 3,2	—3,4	—2,5	—2,2
Minimum	+ 5,0	+5,0	+ 3,3	+2,5	+2,0	+1,7
Maximum	—20,0	—7,5	—10	—7,5	—8,0	—6,7
Ecarts types	0,6	0,7	1,1	1,1	1,4	1,4

Selon le tableau 1 on peut constater que l'erreur systématique est négative pour toutes les valeurs de la ligne A ; le maximum se trouve à $A = 10$ mm et le minimum à $A = 60$ mm. D'autre part les maxima et les minima nous indiquent que la courbe des erreurs systématiques n'est pas déterminée par des cas extrêmes. Signalons que tous les maxima sont accompagnés du signe négatif et tous les minima du signe positif. Quant aux écarts types de la distribution des erreurs systématiques, ils augmentent avec l'augmentation de la longueur de A.

Les maxima les plus forts se trouvent pour les valeurs de $A = 50$ mm et $A = 60$ mm.

B. Expérience I C.

Le côté d'un carré comme mesurant.

a) Matériel et technique.

La série des mesurés reste la même que l'expérience I L. Mais dans cette expérience nous avons choisi le côté du carré comme variable. Ces variables sont également différenciées par un échelon de 1 mm. Les carrés sont tracés de sorte que la distance de leur base par rapport au bord des cartons et la distance entre le côté considéré comme variable et l'étalon restent inchangés, autrement dit, les carrés augmentent ou diminuent du côté supérieur et du côté droit (voir fig. 5).

La méthode employée reste la même. Le nombre des sujets de 11-12 ans s'élève à 20.

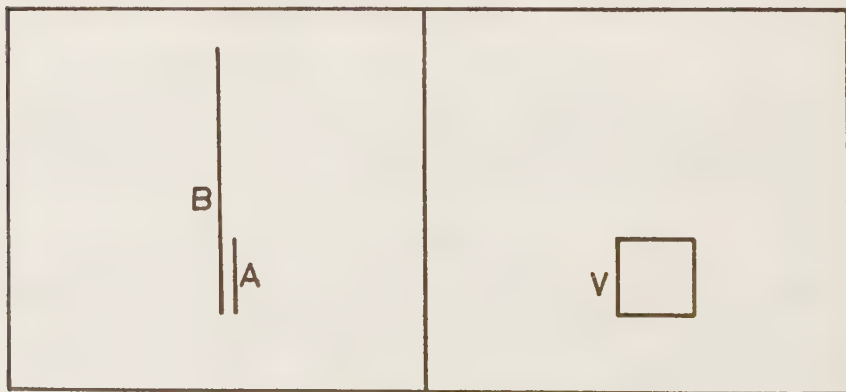


Fig. 5.

b) Résultats numériques.

TABLEAU 2.

Expérience I C. Moyennes des erreurs systématiques, les maxima et les minima en %, ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A en mm	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	— 7,0	—4,0	—4,0	—0,2	+1,0	+1,6
Minimum	— 4,0	—1,0	—1,7	+3,0	—1,0	+0,3
Maximum	—15,0	—7,5	—8,7	—2,0	+5,0	+4,2
Ecarts types	0,3	0,4	0,7	0,7	1,0	1,3

Les résultats du tableau 2 sont très différents de ceux du tableau 1. Les erreurs systématiques passent des valeurs négatives aux positives. Le passage du négatif au positif se situe entre 40 et 50 mm de la longueur de A. Le maximum négatif se trouve à $A = 10$ et le maximum positif à $A = 60$. Les maxima et les minima suivent, en ligne générale, la courbe des erreurs systématiques. La position du maximum négatif est nette : on voit qu'il se situe dans une zone où les maxima aussi bien que les minima sont négatifs. Il en va de même pour le maximum positif où les valeurs extrêmes sont positives. Quant aux écarts types de la distribution des erreurs systématiques, on note qu'ici également, ils augmentent au fur et à mesure de l'augmentation de la longueur de A.

c) Comparaison de l'expérience IL et l'expérience IC.

Quelle différence sépare ces deux expériences ? Pour répondre à cette question, commençons d'abord par une constatation statistique en calculant le $/t/$ de Student entre les six phases de l'expérience IL et les phases qui correspondent à elles dans l'expérience IC.

TABLEAU 3.

$/t/$ de Student entre l'expérience IL et l'expérience IC (erreurs systématiques).

entre						
A, avec V. linéaire	10	20	30	40	50	60
(exp. I L) en mm	et	et	et	et	et	et
et						
A, avec V. carré	10	20	30	40	50	60
(exp. I C) en mm						
$/t/$ de Student	2,93	0,22	1,18	5,28	5,64	6,74

Le t est significatif pour la valeur de 2,09 à P. 05 et de 2,71 à P. 01 pour le degré de liberté $N+N'-2 = 38$.

La figure 6 des erreurs systématiques de nos deux expériences montre que les deux courbes d'abord écartées se rapprochent pour les valeurs de $A = 20$ mm et $A = 30$ mm, puis s'éloignent jusqu'à valeur de $A = 60$ mm. C'est justement ce que nous pouvons constater dans le tableau 3 où le t de Student est non significatif pour les valeurs de $A = 20$ mm et $A = 30$ mm et très significatif pour les autres valeurs de A .

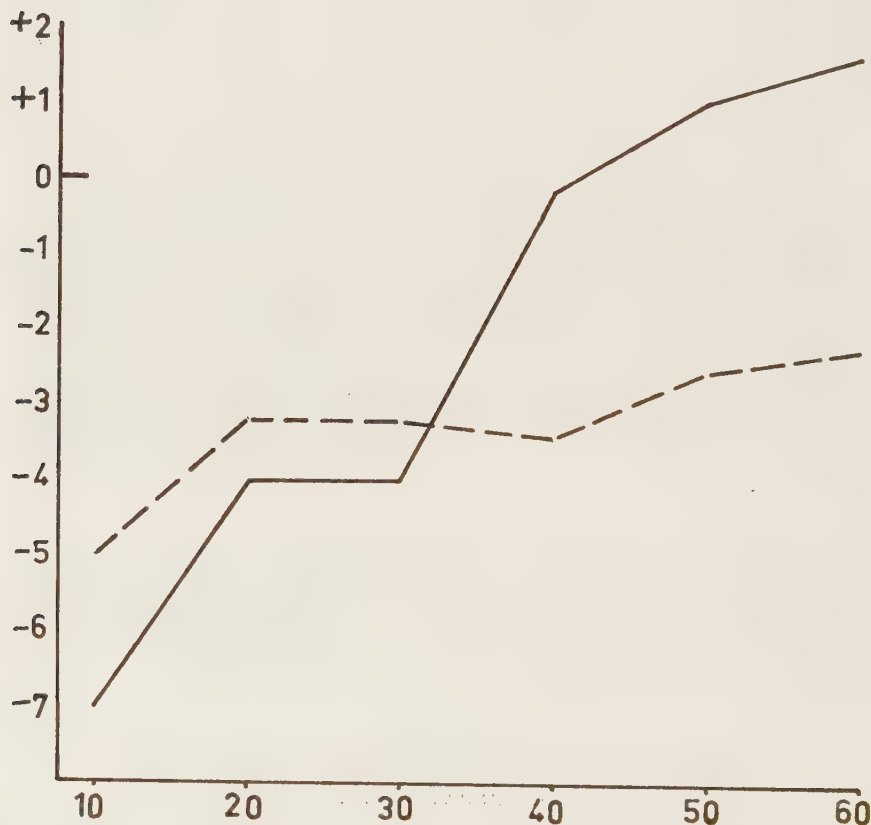


Fig. 6. — Comparaison entre les courbes des erreurs systématiques de l'expérience I L (— — —) et de l'expérience I C (———). En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Ceci dit, pour établir nos expériences de base et l'étude génétique de ces dernières, nous utiliserons des mesurants formés par les côtés des carrés. Nous reprendrons l'essentiel de nos expériences en nous servant des mesurants linéaires dans un dernier chapitre.

§ 5. EXPÉRIENCES PRINCIPALES.

Notre étude préliminaire nous a permis de constater qu'il y a une différence entre les résultats qu'on obtient à l'aide des deux types de mesurants ; elle nous incite à poursuivre nos expériences en utilisant des mesurants formés par les côtés des carrés et à reprendre au cours d'un dernier chapitre l'essentiel de ces expériences en nous servant des variables linéaires.

Les expériences qui suivent ont pour but de faire connaître :

- a) les diverses déformations produites ;
- b) le sens que prennent ces déformations dans diverses conditions ;
- c) les mécanismes qui jouent un rôle essentiel dans les déformations perceptives de nos deux droites *A* et *B* ;
- d) la mesure dans laquelle les déformations perceptives de nos droites peuvent rejoindre celles du trapèze.

Pratiquement nos expériences portent sur : A) la déformation de la ligne *A* en fonction de la variation de longueur de celle-ci et en fonction des différentes orientations (verticalité, horizontalité, obliquité) des deux lignes. B) La déformation de la ligne *B* (constante) en fonction de la variation de longueur de *A*, dans les deux directions verticale et horizontale de *A* et de *B*. C) La déformation de la ligne *A* en fonction de l'écartement entre *A* et *B*, dans les deux directions verticale et horizontale des deux lignes. D) La déformation de *A* en tant que la petite base d'un demi-trapèze, dans la direction horizontale des lignes. E) La déformation de *A* au cours de son déplacement par rapport à *B*, mais toujours en tant que petite base des trapèzes et en fonction de la distance entre les deux lignes. Nous terminerons ce chapitre en essayant d'expliquer, à la lumière des données que nous avons obtenues au cours de ces expériences, les faits perceptifs qu'impliquent ces dernières.

A. *La déformation de la ligne A.*

Variation de longueur de *A* et changement d'orientation
des parallèles *A* et *B*.

a) *Expérience IC (direction verticale).*

Dans cette expérience, où la position des lignes est verticale, nous avons mesuré les déformations de la ligne *A*.

1. *Matériel et technique.*

Nous avons déjà exposé plus haut le matériel et la technique de cette expérience.

2. Résultats numériques et constatations.

Les résultats numériques de cette expérience se trouvent dans le tableau 2. Quant au traitement statistique des données, nous avons tout d'abord calculé la signification des erreurs systématiques de cette expérience, et d'autre part, la signification de la différence des erreurs entre les différentes phases. Les tableaux 4 et 5 indiquent les résultats :

TABLEAU 4.

/t/ de Student de l'erreur pour les diverses valeurs de la longueur de la ligne A
(Expérience I C).

Valeur de A (en mm) .	10	20	30	40	50	60
Valeur de /t/	7,77	6,66	8,00	0,76	3,93	7,30

TABLEAU 5.

/t/ de Student : différence des moyennes entre les diverses valeurs de la longueur de la ligne A
(Expérience I C).

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
10	—	—	—	—	—	—
20	0,91	—	—	—	—	—
30	3,98	3,31	—	—	—	—
40	5,16	4,81	6,64	—	—	—
50	7,26	8,23	9,49	4,39	—	—
60	9,96	9,57	10,24	5,80	2,83	—

Le /t/ est significatif pour la valeur de 2,09 à P. 05 et de 2,86 à P.01 pour le degré de liberté 19 (N-1).

En passant en revue les tableaux concernant l'expérience I C, nous pouvons faire les constatations suivantes : le tableau 2 nous indique que les erreurs systématiques passent des valeurs négatives aux positives. Le maximum négatif se trouve pour la longueur minimum de A, tandis que le maximum positif correspond à la longueur maximum de A. Le changement de signe se situe entre 40 et 50 mm de la longueur de A.

D'autre part, le tableau 4 indique que les erreurs systématiques, à l'exception de la valeur A = 40, sont partout significatives. Il y a donc

un point (ou une zone) qui se situe entre les valeurs extrêmes de A et pour lequel l'erreur est nulle. D'autre part on constate, selon le tableau 5, qu'il y a en général une différence significative entre les erreurs systématiques des différentes valeurs de A . On peut aussi voir que ces différences significatives sont d'autant plus élevées que les valeurs de A sont éloignées l'une de l'autre. Par exemple, le résultat de $/t/$ est beaucoup plus élevé entre $A = 10$ et $A = 60$ qu'entre $A = 10$ et $A = 20$, etc.

En s'appuyant sur ces constatations et en regardant les structures des figures examinées, on peut dire que la ligne A est déformée dans le sens de sous-estimation pour $A < A'$. Par exemple, lorsque la ligne A a une longueur de 10 mm, 20 mm ou encore 30 mm, elle est sous-estimée, mais elle est dans ces trois valeurs plus petite que la différence $A' = (B-A)$. Cela revient à dire que lorsque $A < A'$, la différence A' dévalorise le segment de A et par le fait même A est déformée dans le sens négatif. Par contre, les déformations de A sont positives pour $A = 50$ mm et $A = 60$ mm. Pour ces valeurs A est plus grand que A' , donc quand $A > A'$ la ligne A' est dévalorisée et la ligne A est valorisée. Voyons maintenant ce qui se passe en modifiant l'orientation des lignes.

b) *Expérience II C (direction horizontale).*

1. *Matériel et technique.*

Le matériel et la technique sont les mêmes que dans l'expérience I C. La seule différence est que les lignes sont dans la direction horizontale (voir fig. 7). L'expérience porte sur 20 sujets, des écoliers et des écolières, âgés de 11-12 ans.

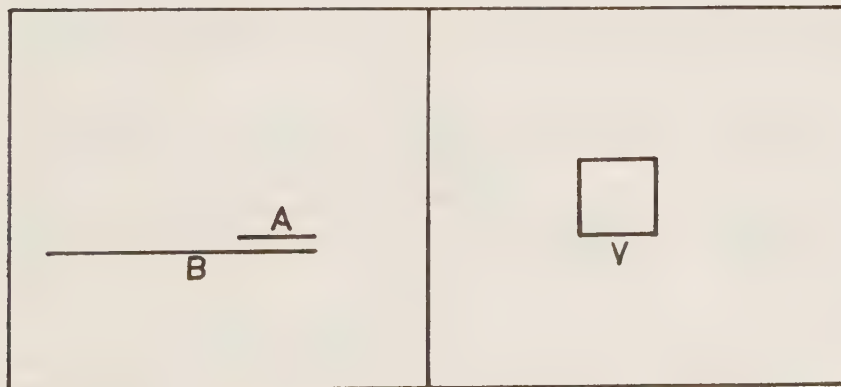


Fig. 7.

2. Résultats numériques et constatations.

Voyons tout d'abord le tableau 6, dans lequel figurent les erreurs systématiques (moyennes algébriques), les écarts types, ainsi que les maxima et les minima des erreurs.

TABLEAU 6.

Expérience II C. Moyennes des erreurs systématiques, maxima et minima en %, ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	— 9,0	—5,0	—4,7	+1,0	+2,9	+2,6
Minima	— 5,0	+2,5	+1,3	—3,0	—0,4	—1,3
Maxima	—15,0	—9,0	—9,0	+8,7	+9,6	+7,0
Ecart types	0,4	0,8	1,0	0,6	1,1	0,8

Les tableaux 7 et 8 donnent la signification des rapports de Student.

TABLEAU 7.

/t/ de Student de l'erreur pour les diverses valeurs de la ligne A (Expérience II C).

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
Valeur de /t/	9,55	7,50	5,68	1,48	4,29	5,60

TABLEAU 8.

/t/ de Student : différence des moyennes entre les diverses valeurs de la longueur de la ligne A (Expérience II C).

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
10	—	—	—	—	—	—
20	1,24	—	—	—	—	—
30	4,05	2,20	—	—	—	—
40	3,80	6,73	8,36	—	—	—
50	5,35	8,87	8,67	5,11	—	—
60	7,04	6,06	10,31	6,21	1,48	—

Pour les tableaux 7 et 8 le /t/ est significatif pour la valeur de 2,09 à P.05 et de 2,86 à P.01 pour le degré de liberté 19 (N-1).

On constate dans le tableau 6 que les erreurs systématiques passent des valeurs négatives aux positives lorsque $A < A'$ devient $A > A'$. Comme dans l'expérience IC le passage du négatif au positif se situe entre les valeurs de $A = 30$ et $A = 40$. Les maxima et les minima confirment l'allure générale de la courbe des erreurs systématiques. En général celles-ci se situent à égale distance du minimum et du maximum du groupe d'erreurs auquel elles appartiennent. Les écarts types évoluent de la même façon que dans l'expérience IC.

En ce qui concerne les significations des erreurs systématiques, notons que le tableau 7 nous indique que le /t/ est non significatif pour la valeur de $A = 40$ mm. Ce qui veut dire que le passage de l'erreur négative à l'erreur positive ou inversement se situe autour de cette valeur de A (40 mm). En second lieu le tableau 8 nous apprend que les déformations des différentes valeurs de A sont en général significatives entre elles. On ne peut trouver de différence non significative qu'entre les valeurs proches de A (par exemple entre $A = 10$ et $A = 20$ mm ou $A = 50$ et $A = 60$ mm).

Ces constatations nous amènent à considérer que, dans cette expérience comme dans l'expérience IC, les déformations de A sont en relation avec $A \leq A'$. En effet, A' dévalorise A lorsque $A' > A$ et A est valorisé quand $A > A'$. Par exemple, lorsque la ligne A est longue de 10 mm et A' de 60 mm, A est sous-estimée tandis qu'elle est valorisée lorsqu'elle est longue de 60 mm et A' de 10 mm. Ainsi le sens des erreurs systématiques est en relation avec ce double changement de longueur de A et de A' qui s'effectue en sens inverse.

c) *Expériences de contrôle concernant l'expérience II C.*

Nous avons fait deux expériences de contrôle concernant l'expérience II C :

1. Dans une première expérience nous avons allongé la ligne A jusqu'à 70 mm, de sorte que les deux lignes A et B constituent des parallèles, de même longueur, et leurs extrémités sont en regard. Cette expérience a pour but de montrer la signification que pourra revêtir la déformation de A à l'exclusion de A' (voir fig. 8). L'expérience porte sur 20 sujets de 11-12 ans. Les résultats sont indiqués dans le tableau 9.

TABLEAU 9.

Résultats numériques établis pour l'élément A
(A et B forment des parallèles de même longueur sans décalage).

Longueur de A	E.S.	Minima	Maxima	/t/ de Student de l'erreur	/t/ de Student différence des moyennes avec $A = 60$ dans II C
70 mm ..	—4,10 %	0 %	—8,6 %	27,77	15,05

Cette expérience montre que les déformations de A sont de tout autre nature lorsque la différence A' est inexistante. L'erreur systématique (moy. alg.) montre une nette sous-estimation de A . Le minimum et le maximum confirment la moyenne. D'autre part, la différence de l'erreur est très significative. Elle l'est également par rapport à celle de la sixième phase de l'expérience II C : $A = 60$ mm (voir le tableau 9).

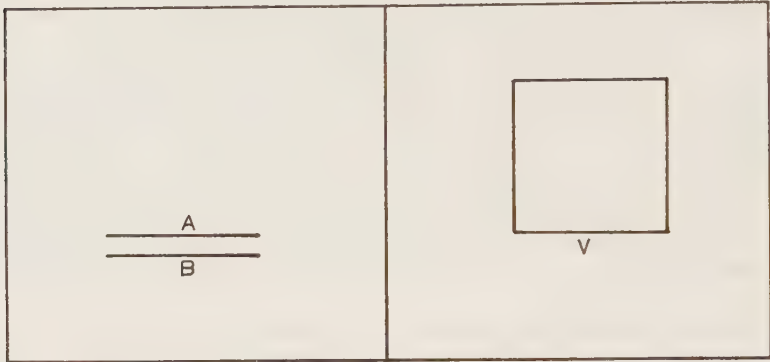


Fig. 8.

2. Une seconde expérience de contrôle est la reprise de l'expérience II C avec le changement de position de la ligne A qui a maintenant son extrémité gauche toujours en regard de l'extrémité gauche de la ligne B . Ainsi la différence A' au lieu d'être à gauche (comme c'est le cas de l'expérience II C) tombe à droite des deux parallèles (voir figure 9). L'expérience porte sur un groupe de 20 sujets âgés de 11-12 ans. Le tableau 9 indique les résultats obtenus.

TABEAU 10.

Expérience II C de contrôle. Moyennes des erreurs systématiques, les maxima et les minima en %, ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	— 7,0	— 9,0	— 6,0	— 3,2	— 3,6	— 2,6
Minima	— 5,0	— 4,0	— 0,7	— 1,5	— 1,0	+ 0,8
Maxima	— 18,0	— 12,0	— 10,6	— 6,0	— 7,0	— 5,3
Écarts types	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6

TABLEAU 11.

/t/ de Student entre les valeurs des longueurs correspondantes de A dans les expériences II C et II C de contrôle.

entre						
Valeurs de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
exp. II C	et	et	et	et	et	et
et						
Valeurs de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
exp. II C de contrôle						
Valeur de /t/	1,14	3,38	1,25	5,82	8,07	9,89

Le /t/ est significatif pour la valeur de 2,09 à P.05 et de 2,86 à P.01 pour le degré de liberté 19 (N-1).

Selon le tableau 10, on voit que dans cette expérience, contrairement à l'expérience II C, les erreurs systématiques restent toujours négatives. Les maxima et les minima montrent la tendance marquée de la quasi-totalité des sujets à sous-estimer la ligne A dans toutes ses valeurs. La différence entre les résultats des deux expériences (II C et II C de contrôle) est de plus en plus significative avec l'augmentation de valeur de A. Ces résultats obtenus laissent entendre que d'autres facteurs interviennent dans cette expérience et ont pour effet d'entraver les déformations de A selon le rapport $A \leq A'$ telles qu'elles se produisent dans l'expérience II C. Nous pensons en particulier à la différence A' qui entre en composition avec la distance qui sépare la variable de la ligne. Autrement dit, la différence A' se situe en prolongation directe de la variable (voir fig. 9). Alors que dans l'expérience II C la différence A' est délimitée et qu'elle est indépendante de la distance séparant la

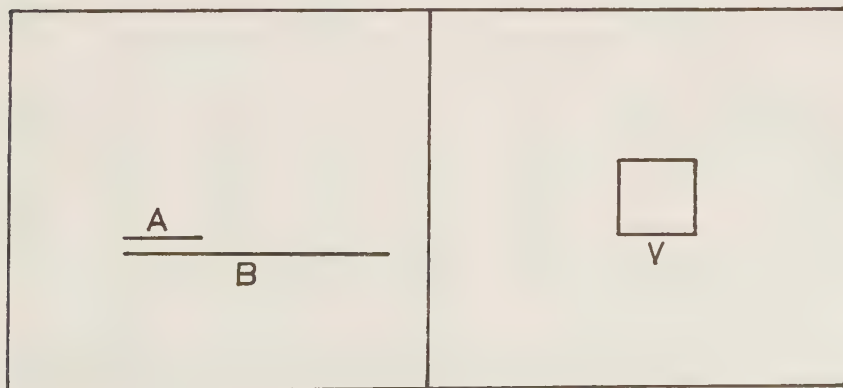


Fig. 9.

variable de la figure, dans cette expérience au contraire la ligne A' est toujours « prolongée » et par le fait même valorisée. Ce qui a pour résultat la constante dévalorisation de A.

d) *Expérience III C (inclinaison de 45°).*

1. *Matériel et technique.*

La seule différence entre le matériel de cette expérience avec celui des expériences I C et II C consiste en ce que, dans cette expérience, les deux lignes ont une inclinaison de 45° (voir figure 10). La méthode et la technique sont les mêmes que dans les expériences précédentes. L'expérience porte sur un groupe de 20 sujets de 11-12 ans.

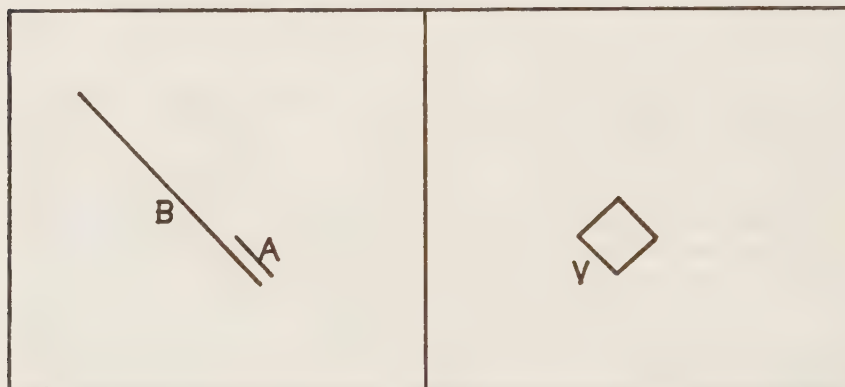


Fig. 10.

2. *Résultats numériques et constatations.*

TABEAU 12.

Expérience III C. Moyennes des erreurs systématiques, les maxima et les minima en %, ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A (mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	—2,5	—4,4	—2,6	—0,05	+1,9	+1,5
Minima	+5,0	—2,5	+1,7	+2,0	+0,4	—3,0
Maxima	—5,0	—8,0	—6,0	—4,5	+4,8	+7,5
Écarts types	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6

Nous avons calculé les significations pour les erreurs systématiques de cette expérience. Les tableaux 13 et 14 nous indiquent les résultats obtenus.

TABLEAU 13.

*/t/ de Student de l'erreur pour les diverses valeurs de la longueur de A
(Expérience III C).*

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
Valeur de /t/	3,57	9,77	5,33	0,12	4,25	3,16

TABLEAU 14.

*/t/ de Student : différence des moyennes entre les diverses valeurs de la longueur
de la ligne A
(Expérience III C).*

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
10	—	—	—	—	—	—
20	5,61	—	—	—	—	—
30	5,50	0,89	—	—	—	—
40	1,43	5,42	5,10	—	—	—
50	9,19	8,72	8,13	3,91	—	—
60	5,04	5,12	6,65	3,75	0,07	—

Le /t/ est significatif pour la valeur de 2,09 à P.05 et de 2,86 à P.01 pour le degré de liberté 19 (N-1).

En étudiant le tableau 12, on peut constater que même dans la situation de l'inclinaison des lignes, nous sommes en présence du même genre d'évolution que dans les expériences I C et II C. En effet, les erreurs systématiques passent des valeurs négatives aux positives, à mesure que la valeur de A augmente, en passant par un point nul. Le changement de signe se situe entre $A = 40$ et $A = 50$ mm. Le maximum est enregistré pour la valeur de $A = 50$ et le maximum négatif pour la valeur de $A = 20$ mm. Les maxima et les minima confirment l'allure générale de la courbe des erreurs systématiques. Notons que la variabilité des sujets est presque la même pour toutes les valeurs de A.

En ce qui concerne les significations, le tableau 13 nous indique que l'erreur systématique n'est pas significative pour la valeur de $A = 40$. C'est la valeur concernant la zone de passage de l'erreur négative à l'erreur positive. D'autre part, selon le tableau 14 les diverses valeurs de la longueur de A sont significativement différentes l'une par rapport à l'autre. Ce n'est que pour les valeurs proches de A qu'on peut trouver

des différences non significatives (par exemple entre $A = 20$ et $A = 30$, etc.).

A la base de ces constatations, on peut considérer que la ligne A est déformée selon le rapport $A \leq A'$. Quant au sens de ces déformations on peut voir que quand la différence A' est plus longue de A , ($A' > A$), elle dévalorise la ligne A ; par contre cette différence étant plus courte que A , ($A' < A$) est dévalorisée et par le fait même elle crée instantanément la surestimation de la ligne A .

*
**

En résumé l'étude des faits concernant les trois expériences I C, II C et III C permet d'arriver aux résultats suivants :

1. En premier lieu, on voit que dans les trois expériences, pour les deux parallèles A et B , la différence A' est perçue comme un effet figural. Les déformations de A passent des valeurs négatives aux positives. Les petites valeurs de A (10 mm, 20 mm) sont sous-estimées, les grandes (50 mm, 60 mm) surestimées. Autrement dit, en général, et de toute évidence pour les valeurs extrêmes de A , la ligne A est sous-estimée lorsque $A < A'$ et elle est surestimée quand $A > A'$. Le point nul se situe environ pour la valeur $A = B/2$ (voir fig. 11).

2. En second lieu, on voit que les mêmes faits se produisent pour les trois directions verticale, horizontale et oblique (inclinaison de 45°) des lignes, de sorte que l'effet de l'orientation ne peut être considéré que comme un effet secondaire. La comparaison des résultats des trois expériences I C (verticale), II C (horizontale) et III C (oblique) en est la preuve (voir tableau 15).

TABLEAU 15.

/t/ de Student entre les trois expériences I C, II C et III C.

Valeur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
Entre I C et II C ..	1,22	2,14	0,82	1,92	3,00	1,78
Entre I C et III C ..	4,21	0,27	2,33	0,69	0,09	2,46
Entre II C et III C ..	4,32	1,04	2,60	1,33	1,74	2,07

Le $/t/$ est significatif pour la valeur de 2,02 à P.05 et de 2,71 à P.01 pour le degré de liberté $N+N'-2 = 38$.

Le tableau 15 démontre qu'il n'y a pas de différence significative systématique entre les résultats des trois expériences. Les quelques $/t/$ significatifs ne sont pas au profit d'une seule expérience, ni toujours pour les mêmes valeurs de A dans les trois expériences. Ainsi on peut

affirmer que les déformations se produisent d'une façon identique dans les trois expériences et on ne peut attribuer qu'un effet secondaire à la direction des lignes.

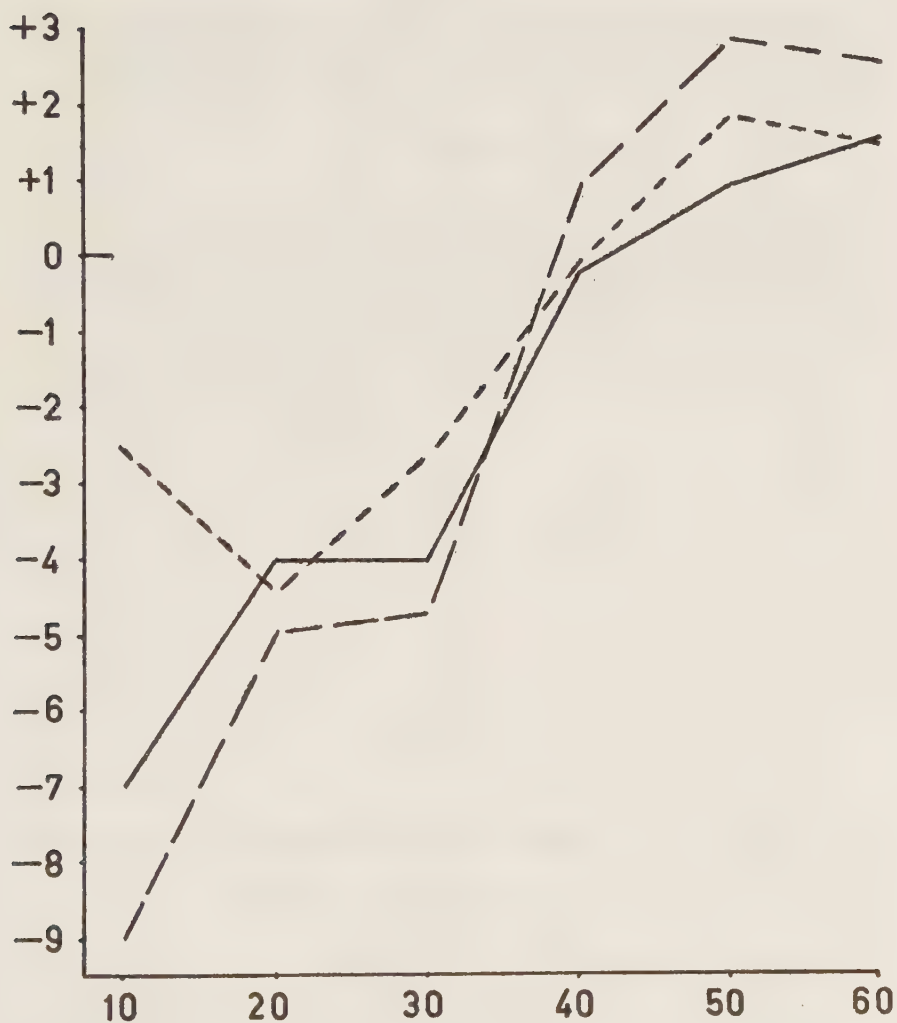


Fig. 11. — Comparaison entre les courbes des erreurs systématiques des expériences I C, II C et III C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Expérience I C ——— Expérience II C — — —
 Expérience III C - - - - -

B. Les déformations de la ligne B (constante) en rapport avec la variation de la longueur de A.

Jusqu'ici nos expériences portaient sur la mesure des déformations de la ligne A. Par contre dans les trois expériences suivantes, nous nous proposons d'étudier les déformations de la ligne B (constante).

a) Expérience IV C (direction verticale).

1. Matériel et technique.

Les figures sont les mêmes que celles de l'expérience I C avec cette différence que maintenant les figures sont tracées sur des cartons de format plus grand (160×150 mm). L'échelle de variable est constituée pour la mesure de la ligne B (voir fig. 12).

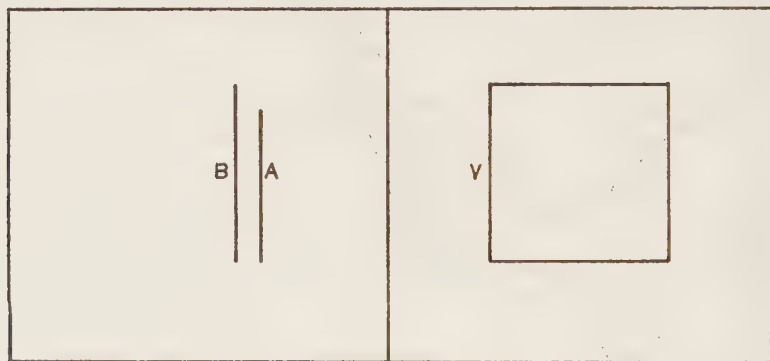


Fig. 12.

La méthode et la technique restent les mêmes que dans les expériences précédentes.

L'expérience porte sur 20 sujets âgés de 11-12 ans.

2. Résultats numériques et constatations.

Les résultats de cette expérience figurent dans le tableau 16.

On voit que dans cette expérience, contrairement aux expériences précédentes, portant sur la mesure des déformations de A, les erreurs systématiques passent de valeurs positives aux négatives. Autrement dit, la courbe des déformations de la ligne B est inverse de celles de la ligne A. Le maximum positif est enregistré pour $B = 70$ mm en rapport avec $A = 10$ mm, tandis que le maximum négatif se trouve à $B = 70$ mm en rapport avec $A = 50$ mm. Quant aux écarts types, ils varient très peu d'une phase à l'autre.

TABLEAU 16.

Expérience IV C. Moyennes des erreurs systématiques, les minima et les maxima en % de l'élément B (70 mm), ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	+0,4	-0,2	-0,7	-1,4	-1,6	-1,1
Minima	-2,8	+1,4	+1,4	0,0	0,0	+1,4
Maxima	+2,8	-4,2	-2,8	-5	-3,6	-3,6
Ecart types	1,3	1,2	1,0	1,2	0,8	1,1

Ces données nous permettent de constater que la différence A' joue un rôle sur les deux termes A et B de la figure. L'examen de cette influence a été fait pour A . Quant à celui de la ligne B , on voit que quand $A < A'$ la différence A est valorisée, elle allonge de ce fait même la ligne B , tandis que pour $A > A'$ la différence A' est dévalorisée par A et cela contracte la ligne B (voir fig. 14).

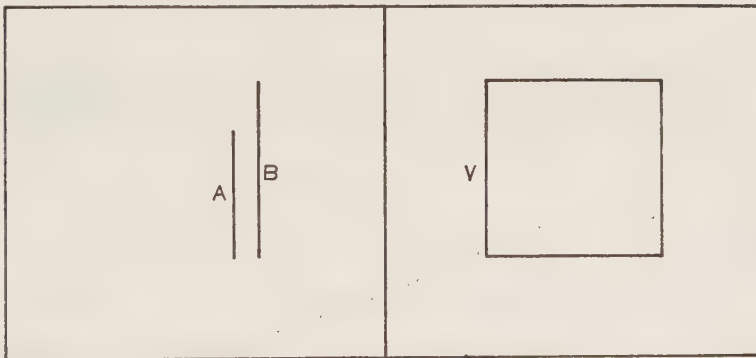


Fig. 13.

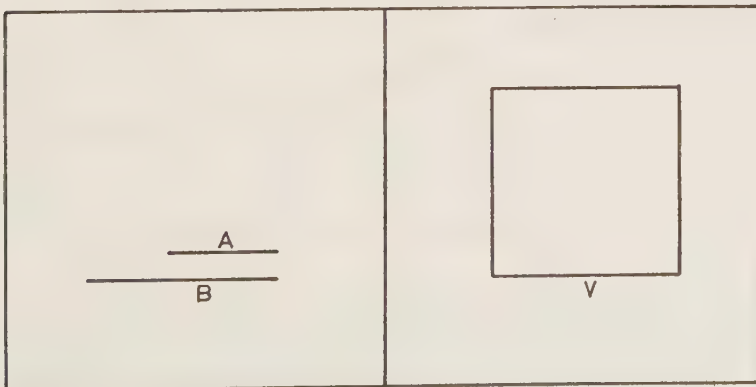


Fig. 14.

Dans l'expérience suivante que nous appellerons Exp. IV C de contrôle, nous avons cherché à étudier ce que seraient les déformations de *B* lorsque les mesurants sont présentés à gauche (matériel et technique restent les mêmes) et non plus à droite (voir fig. 13).

Voici les résultats établis sur un groupe de 20 sujets âgés de 11-12 ans.

TABLEAU 17.

Expérience IV C de contrôle. Moyennes des erreurs systématiques, les minima et les maxima en % de l'élément B (70 mm), ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	+2,6	+2,7	+1,8	+1,1	—0,01	—0,4
Minima	0,0	0,0	—0,7	—1,7	+2,8	+1,4
Maxima	+5,7	+5,0	+4,6	+3,6	—3,1	—2,1
Écarts types	1,3	1,1	1,4	1,0	1,4	0,8

En comparant les résultats de ce tableau avec ceux du tableau 16, on voit que, bien que l'allure des courbes des erreurs systématiques reste la même dans les deux expériences, les erreurs systématiques sont

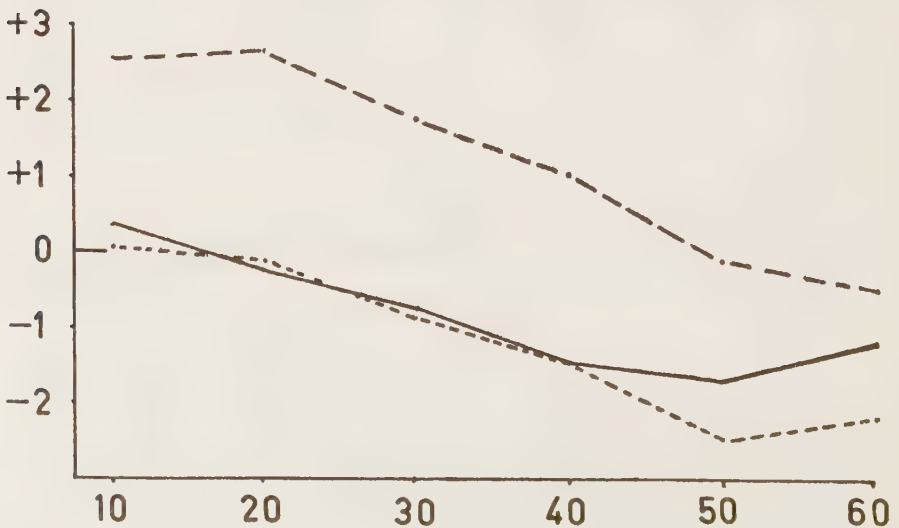


Fig. 15. — La déformation de *B*. En abscisses la valeur de *B* (70 mm) par rapport aux diverses valeurs de *A* (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Expérience IV C ——— Expérience IV C de contrôle — — —
Expérience V C — — — —

dans l'expérience IV C de contrôle « plus positives » pour toutes les valeurs de B . On peut attribuer cette différence à un facteur nouveau qui est celui de l'erreur spatiale qui provient de la position privilégiée de la variable par rapport à l'étalon ou l'inverse (6). Cette erreur spatiale pourrait être le fait d'une asymétrie du champ. L'élément perçu toujours à droite peut être vu plus grand que l'élément perçu à gauche, ou inversement, le fait que le sujet regarde attentivement ou longuement à droite ou à gauche aboutit à une inégalité des durées de centration qui donne lieu par conséquent à une erreur d'ordre temporel. L'erreur spatiale n'est pas absolument spatiale mais spatio-temporelle (14). Dans le cas de notre expérience, on peut dire que le sujet sous-estime la variable à cause de sa position (à gauche) et par conséquent il sur-estime dans une mesure relative l'étalon. Mais ce rôle n'est pas essentiel, puisque le sens de nos erreurs systématiques ne change pas dans l'ensemble (voir figure 15).

b) Expérience V C (direction horizontale).

1. Matériel et technique.

Le matériel est le même que dans l'expérience IV C avec la seule différence que les parallèles A et B se situent horizontalement et le sujet compare le côté horizontal inférieur du carré avec la ligne B (voir fig. 14). La consigne et la conduite de l'expérience restent les mêmes. L'expérience porte sur un groupe de 20 sujets âgés de 11-12 ans. Le tableau 18 donne les résultats obtenus.

2. Résultats numériques et constatations.

TABLEAU 18.

Expérience V C. Moyennes des erreurs systématiques, les minima et les maxima en % de l'élément B (70 mm), ainsi que les écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	+0,1	-0,1	-0,8	-1,4	-2,4	-2,1
Minima	-0,3	+1,7	+0,7	-0,7	+0,3	+0,8
Maxima	+1,7	-1,7	-2,3	-3,7	-5,4	-6,0
Ecart types	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,7

Dans cette expérience, les déformations de la ligne B évoluent comme dans l'expérience IV C. Les erreurs systématiques vont des valeurs positives aux négatives. Les minima et les maxima confirment cette évolution. Quant aux écarts types, ils augmentent avec la dimi-

nution de A' . Ainsi les déformations de la ligne B suivent une marche inverse des déformations de la ligne A (expériences I C, II C et III C).

*
**

Bref, en nous appuyant sur les résultats de l'expérience IV C (direction verticale) et l'expérience V C (direction horizontale), nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1) La ligne B est déformée selon le changement de la longueur de A' . Ayant toujours la même longueur (70 mm) la ligne B est surestimée quand $A' > A$ et elle est dévaluée quand $A' < A$. On peut dire que lorsque la ligne A' est plus longue par rapport à A , elle est valorisée et allonge de ce fait même la ligne B qui est parallèle à elle. Par contre, lorsque A' est plus courte que A , elle est dévalorisée et ceci contracte la ligne B .

2) Les déformations de B évoluent d'une façon identique dans les directions horizontale et verticale des lignes. Il n'y a donc aucune influence sur les déformations de B lorsque les parallèles changent de direction (voir figure 15).

C. Les déformations de A en fonction de l'écartement entre A et B.

Nous avons examiné, au cours des expériences précédentes, les déformations des deux parallèles A et B en maintenant constante une distance de 4 mm entre ces deux lignes. Mais demandons-nous ce qui se produira une fois que la distance entre nos deux lignes sera plus grande ? C'est pour répondre à cette question que nous avons entrepris les expériences suivantes :

a) Expérience VI C (direction verticale).

1. Matériel et technique.

Dans cette expérience où les lignes sont verticales, nous écartons les parallèles A et B selon un intervalle de 8 mm à partir d'une distance de 4 mm qui existait entre les deux lignes dans l'expérience I C.

La première distance entre A et B est donc de 12 mm, la seconde de 20 mm et la troisième de 28 mm. Une distance de 90 mm entre mesurés et mesurants est maintenue constante, quel que soit l'écart entre A et B . Les figures sont tracées sur des cartons de format 150×160 mm.

La méthode et la technique sont les mêmes que dans les expériences précédentes. Le jugement porte sur la variable. Pour chaque distance entre A et B nous avons examiné 20 sujets de 11-12 ans.

2. Résultats numériques et constatations.

Les résultats numériques de cette expérience sont indiqués dans les tableaux 19, 20 et 21.

TABLEAU 19.

Expérience V IC. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Longueur de A (en mm) Distance A - B	10	20	30	40	50	60
d = 12 mm	-3,0	-2,0	-0,6	+0,2	+1,0	+0,8
d = 20 mm	+2,0	+2,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,8
d = 28 mm	+2,0	+2,0	+2,0	+1,7	+1,4	+1,7

TABLEAU 20.

Expérience VI C. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Longueur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
d = 12 mm	0,3	0,4	0,6	0,9	0,4	0,7
d = 20 mm	0,5	0,6	0,9	0,8	0,6	0,8
d = 28 mm	0,3	0,3	0,8	0,3	0,8	0,7

TABLEAU 21.

Expérience VI C. Les maxima et les minima des erreurs en % de A.

Long. de A (en mm) Distance A - B	10	20	30	40	50	60
d = 12 mm	(+5,0) -5,0	(+1,0) -7,5	(+1,7) -5,0	(-3,7) -3,7	(-1,0) +2,0	(-0,8) +2,5
d = 20 mm	(-5,0) +10	(-2,5) +7,5	(-3,3) +5,0	(-1,2) +3,7	(-1,0) +3,0	(+0,3) +4,1
d = 28 mm	(0,0) +5,0	(0,0) +5,0	(-1,7) +6,7	(0,0) +2,5	(0,0) +5,0	(0,0) +3,3

Selon le tableau 19 on voit qu'en augmentant la distance entre A et B il se produit les changements suivants :

Lorsque la distance entre A et B est de 12 mm, la courbe des déformations de la ligne A reste qualitativement la même que lorsque la distance entre A et B n'est plus que de 4 mm (exp. I C). Cependant les

erreurs systématiques de distance de 12 mm sont quantitativement plus faibles que celles de l'expérience I C. Dans ce cas on peut dire que la relation entre A et A' domine encore à une distance de 12 mm entre les parallèles A et B .

Mais lorsque cette distance est de 20 mm, la courbe des erreurs systématiques (tableau 19) change d'allure qualitativement, de sorte qu'on n'enregistre aucune sous-estimation pour les différentes valeurs de la ligne A . Il en va de même pour la distance de 28 mm, où les résultats sont qualitativement et quantitativement presque identiques à ceux de la distance précédente.

En bref, la différence A' , sous forme de relation entre A' et A , exerce son action jusqu'à une distance de 12 mm entre les parallèles A et B , mais cette relation n'exerce aucune action à partir de 20 mm de distance entre ces deux lignes. Le passage de cette évolution se situe donc, pour la direction verticale des lignes, entre 12 et 20 mm. On peut penser qu'à une distance de 20 ou 28 mm c'est la relation entre B et A' qui domine les déformations de A . La différence A' (différence entre A et B) étant dévaluée par la relation entre B et A' , aura pour effet de valoriser A et de dévaloriser B . Ainsi la différence A' prend une signification et exerce une action différente avec l'augmentation de distance entre A et B (voir fig. 16). Selon le tableau 20 les écarts types des erreurs systématiques varient très peu en fonction de l'écartement entre A et B , et avec l'augmentation de la longueur de A .

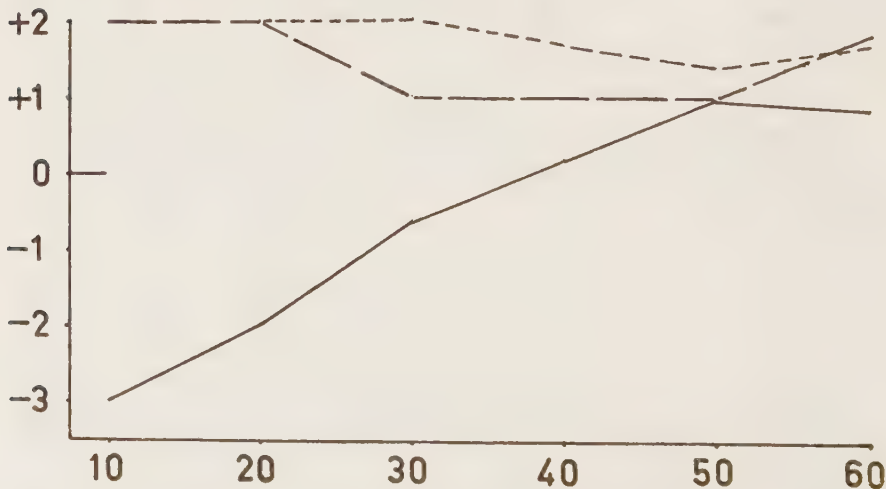


Fig. 16. — La déformation de A en fonction de l'écartement de A et de B dans l'expérience VI C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Distance $A - B = 12$ mm —————
 Distance $A - B = 20$ mm — — — — —
 Distance $A - B = 28$ mm - - - - -

Quant au tableau 21 qui indique les maxima et les minima des déformations, on peut constater que les données extrêmes confirment l'évolution des erreurs systématiques.

Etudions maintenant cette évolution dans le cas de l'horizontalité des lignes.

b) *Expérience VII C (direction horizontale).*

1. *Matériel et technique.*

Le seul changement dans cette expérience par rapport à la précédente (VI C) est que les lignes sont présentées dans la direction horizontale.

La méthode et la technique de l'expérience restent celles des expériences précédentes.

Nous avons examiné pour chaque intervalle un groupe de sujets de 11-12 ans.

2. *Résultats numériques et constatations.*

Les tableaux 22, 23 et 24 indiquent respectivement les erreurs systématiques (moy. alg.), les moyennes arithmétiques des erreurs, les maxima et les minima concernant l'expérience VII C.

TABLEAU 22.

Expérience VII C. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Longueur de A (en mm) Distance A - B	10	20	30	40	50	60
d = 12 mm	-4,0	-4,0	-2,0	+0,2	+1,6	+2,3
d = 20 mm	-1,0	-1,5	-1,0	-0,2	+1,8	+2,8
d = 28 mm	+0,6	+1,0	+2,0	+3,0	+2,5	+2,5

TABLEAU 23.

Expérience VII C. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Longueur de A (en mm) Distance A - B	10	20	30	40	50	60
d = 12 mm	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	1,2
d = 20 mm	0,4	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0
d = 28 mm	0,4	0,5	1,1	1,4	1,0	0,9

TABLEAU 24.

Expérience VII C. Les maxima et les minima des erreurs en %¹.

Long. de A (en mm) Distance A - B	10	20	30	40	50	60
d = 12 mm	(+ 0,5) —10,0	(+2,5) —7,5	(+1,7) —5,0	(—3,7) +2,5	(—1,0) +5,0	(+0,8) +4,2
d = 20 mm	(+10,0) — 5,0	(+7,5) —7,5	(+1,7) —8,3	(+1,2) —3,7	(—1,0) +5,0	(+0,8) +5,8
d = 28 mm	(— 5,0) + 5,0	(—2,5) +5,0	(—3,3) +6,7	(—3,7) +7,5	(—2,0) +4,0	(—0,8) +4,1

On peut constater, selon le tableau 22, qu'en augmentant progressivement la distance entre A et B, la courbe de l'erreur systématique change d'allure et prend une signification différente de celle qu'implique la courbe de l'erreur systématique, lorsque les deux lignes ne sont écartées que de 4 mm. Les déformations évoluent de la même façon que dans l'expérience VI C.

En effet, lorsque les deux lignes ne sont écartées que de 12 mm, la courbe des erreurs systématiques reste qualitativement la même que celle de l'expérience II C (distance de 4 mm entre A et B), mais la différence entre les deux courbes est que les erreurs diminuent lorsque la distance entre A et B est de 12 mm.

L'allure de la courbe reste également la même pour la distance de 20 mm. Cependant les erreurs systématiques négatives baissent quantitativement d'une façon notable.

Enfin pour la distance de 28 mm entre A et B, l'allure de la courbe des erreurs systématiques change complètement. Pour cette distance les différentes valeurs de A sont partout surestimées.

En bref, on peut dire que la relation entre A et A' qui exerce un rôle dominant dans l'expérience II C (distance de 4 mm entre A et B) joue encore son rôle jusqu'à une distance de 20 mm entre les deux lignes. Autrement dit, jusqu'à cette distance A est sous-estimé quand $A < A'$ et il est surestimé quand $A > A'$. En d'autres termes, lorsque la différence $A' = (B-A)$ est plus grande que A, elle est valorisée et elle dévalorise A, tandis que cette différence, étant plus faible que A, est dévalorisée et la ligne A est ainsi valorisée. D'autre part il faut noter qu'avec l'augmentation de distance entre les parallèles A et B, l'action de la relation entre A et A' va en diminuant.

¹ Les minima sont indiqués entre parenthèses.

Enfin ce n'est qu'à une distance de 28 mm que la différence A' , sous forme de relation entre A et A' , n'exerce aucune action sur les déformations de A , puisque dans cette condition A n'est dans aucune de ses valeurs sous-estimé. On peut penser qu'à une distance de 28 mm entre les deux lignes, la ligne A est déformée cette fois non pas selon la relation entre A et A' , mais selon la relation entre B et A' dans laquelle la dévaluation de A' aura pour effet de valoriser A et de dévaloriser B (voir fig. 17).

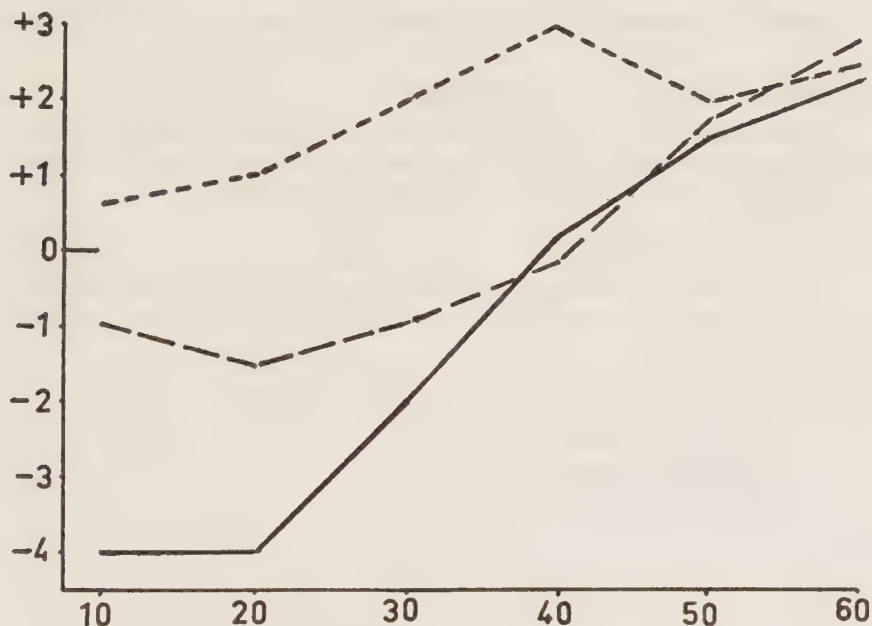


Fig. 17. — La déformation de A en fonction de l'écartement de A et de B dans l'expérience VII C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Distance $A - B = 12$ mm —————
 Distance $A - B = 20$ mm — — — — —
 Distance $A - B = 28$ mm

En résumé les deux expériences VIC et VII C nous donnent les résultats suivants :

1) Avec l'augmentation de distance entre A et B les déformations de A qui dépendent primitivement (jusqu'à une distance de 12 à 20 mm environ entre A et B) de la relation entre A et A' dépendent, à une distance plus grande, de la relation entre B et A' .

2) Cette évolution se déroule semblablement pour la direction verticale des lignes (exp. VIC) et la direction horizontale de ces dernières (exp. VII C). Cependant la ligne A est déformée selon la relation entre A et A' à une plus grande distance entre A et B, lorsque les lignes sont dans la direction horizontale (exp. VII C) que lorsqu'elles sont présentées dans la direction verticale. Mais cette différence n'est pas grande et on ne peut attribuer qu'un effet secondaire à la direction des lignes.

D. *Les déformations de A en tant que petite base des demi-trapèzes.*

Expérience VIII C (direction horizontale).

Cette expérience a pour but d'étudier le degré de parenté entre les déformations des figures qui ne sont pas des trapèzes effectifs (toutes nos expériences précédentes) et celles de trapèzes réels.

1. *Matériel et technique.*

Le matériel est le même que celui de l'expérience II C. La seule différence c'est que les extrémités de A et de B sont reliées effectivement (voir fig. 18).

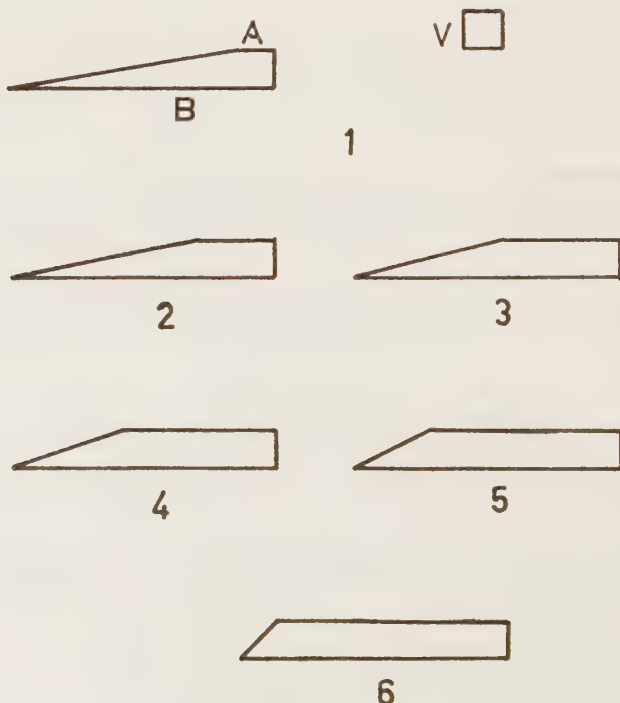


Fig. 18.

La méthode utilisée est la même que dans les expériences précédents. Le nombre de sujets examinés âgés de 11-12 ans s'élève à 20.

2. Résultats numériques et constatations.

Le tableau 25 indique les résultats obtenus.

TABLEAU 25.

Expérience VIII C. Moyenne des erreurs systématiques en % de l'élément A, écarts types de la distribution des erreurs.

Longueur de A (en mm)	10	20	30	40	50	60
E.S. moy. alg.	-3,5	-1,9	+5,0	+7,2	+6,2	+4,0
Minima	+5,0	+2,5	-1,7	-0,5	-3,0	-4,2
Maxima	-8,0	-12,0	+8,3	+14,5	+11,0	+9,2
Ecart types	0,4	1,0	2,0	2,2	2,4	1,8

On peut constater d'après le tableau 25 que, lorsque les extrémités de A et de B sont reliées et que les différentes valeurs de A constituent les côtés des demi-trapèzes, les déformations de la ligne A subissent toujours l'influence de la relation entre A et A'. En effet, pour une distance de 4 mm entre A et B, la ligne A en tant que la petite base d'un demi-trapèze est sous-estimée jusqu'à une longueur de 20 mm. Mais elle est fortement surestimée de 30 à 60 mm de sa longueur. En ce qui concerne les maxima et les minima, ils ne font que confirmer l'allure générale de la courbe des erreurs systématiques.

Quant aux moyennes arithmétiques, elles indiquent que les déformations sont relativement fortes pour toutes les valeurs de A'.

En ce qui concerne les écarts types, ils indiquent que la variabilité des sujets est plus grande lorsque les extrémités de A et de B sont liées.

Mais une comparaison entre la courbe des erreurs systématiques de cette expérience et celle de l'expérience II C, qui ne diffère de l'expérience présente que par non-rattachement des extrémités de A et de B (voir fig. 19), nous amène à faire la constatation suivante : bien que l'allure générale des deux courbes reste identique, les déformations de A cependant dans le cas des demi-trapèzes sont différentes quantitativement de celles de l'expérience II C. En effet, les déformations des A dans le cas des demi-trapèzes manifestent une plus grande surestimation et une moins grande sous-estimation. Cette situation indique que lorsque les extrémités de A et de B sont reliées, la relation entre A et A' n'est pas éliminée et exerce toujours son action sur la ligne A, mais plus faiblement par rapport à la même relation dans l'expérience II C. On peut penser que, dans le cas des demi-trapèzes, à la relation entre A et A'

s'ajoute celle entre B et A' selon laquelle la ligne A serait toujours sur-estimée. Ainsi il y a là une interférence entre les deux relations et les déformations peuvent être considérées comme les résultantes de l'influence de ces deux relations.



Fig. 19. — Comparaison entre les courbes des erreurs systématiques de l'expérience II C et de l'expérience VIII C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Expérience II C — — — — — Expérience VIII C —————

Bref, en reliant les extrémités de A et de B , les déformations de la ligne A (à une distance de 4 mm de B) sont, en général, sous l'influence de l'action de relation entre A et A' . Cependant cette relation est en

interférence avec la relation entre B et A' qui renforce les surestimations des valeurs de A et affaiblit les sous-estimations des valeurs de A soumises à l'influence de relation entre A et A' .

E. *Les déformations de A au cours de son déplacement par rapport à B.*

Après avoir constaté dans l'expérience précédente (VIII C) qu'en reliant les extrémités de A et de B , les déformations de A sont, d'une façon systématique, quantitativement différentes de celles qu'on obtient pour les mêmes valeurs de A , mais sans que les extrémités de A et de B soient reliées, nous nous sommes demandé quelles seraient les déformations des valeurs de A , non seulement lorsque les extrémités de A et de B sont reliées, mais bien lorsqu'en plus, on centre progressivement la ligne A par rapport au milieu de la ligne B et qu'on augmente la distance entre les deux lignes. Dans les expériences suivantes nous examinons les déformations de $A = 20$ mm et de $A = 50$ mm en tenant compte des variations que nous venons de mentionner ci-dessus.

a) *Expérience IX C (direction horizontale des lignes) ($A = 20$ mm).*

1. *Matériel et technique.*

Les parallèles A (20 mm) et B (70 mm) sont dans la position horizontale. A et B sont distancés de 6, 12, 20 et 28 mm. Chaque distance comporte 3 phases selon le déplacement de la ligne A par rapport à B . Voici comment :

Lorsque la distance entre A et B est de 6 mm, A est dans une première phase à droite et son extrémité droite est en regard de l'extrémité

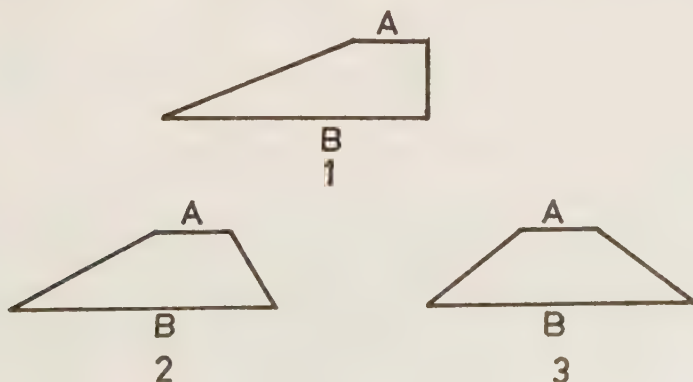


Fig. 20.

droite de la ligne B , de sorte que la différence $A' = (B-A)$ se situe à gauche (fig. 20). Dans une seconde phase, A est déplacé de 12,5 mm à gauche, de sorte que la différence A' est partagée en $A'1 = 37,5$ mm à gauche de A et $A'2 = 12,5$ mm à droite de A (fig. 20). Enfin, dans une troisième phase A se situe exactement au centre par rapport au milieu de B et par le fait même la différence A' est partagée en égale proportion en $A'1$ et $A'2$ (fig. 20). D'autre part les extrémités de A et de B sont reliées de sorte qu'on a dans la phase 1 un trapèze rectangulaire, dans la phase 2 un trapèze intermédiaire entre un trapèze rectangulaire et un trapèze isocèle, et dans la phase 3 un trapèze isocèle.

Les déplacements de A sont les mêmes pour les 3 autres distances (12, 20 et 28 mm) entre A et B .

Les variables employées pour toute l'expérience sont constituées par les côtés des carrés.

La méthode et la technique restent les mêmes que dans les expériences précédentes.

Nous avons examiné un groupe de 20 sujets âgés de 11-12 ans.

2. Résultats numériques et constatations.

Nous donnons, ci-dessous, successivement les tableaux concernant les erreurs systématiques, les minima, les maxima, et les moyennes arithmétiques des erreurs.

TABLEAU 26.

Expérience IX C. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A (en mm) Type de trapèze	20 rectangulaire	20 intermédiaire	20 isocèle
d = 6 mm	—1,7	—1,5	+0,3
d = 12 mm	+0,4	+1,6	+1,5
d = 20 mm	+4,8	+4,8	+5,4
d = 28 mm	+4,3	+5,1	+4,9

Le tableau 26 démontre que lorsque A est long de 20 mm et qu'il est séparé de B d'une distance de 6 mm, il est sous-estimé lorsqu'il forme la petite base d'un demi-trapèze ou un trapèze rectangulaire (phase 1). Cela signifie que la différence A' (50 mm), dans ce cas, est valorisée et que la ligne A en rapport avec A' est dévaluée. Cette action de relation entre A et A' déjà relativement faible pour la première phase (trapèze rectangulaire) s'affaiblit davantage lorsque A est déplacé de 12,5 mm et représente la petite base d'un trapèze intermédiaire. Enfin

lorsque A constitue pour la distance de 6 mm entre A et B la petite base d'un trapèze isocèle, il n'est plus déformé selon la relation entre A et A' , mais bien selon la relation entre B et $2A'$ ou $A'1+A'2$ (= différence entre A et B) qui a pour effet de valoriser A et de dévaloriser B (mais d'une façon indirecte).

TABLEAU 27.

Expérience IX C. Maxima et minima des erreurs en % de l'élément A¹.

Valeur de A (en mm) Type de trapèze	20 rectangulaire	20 intermédiaire	20 isocèle
d = 6 mm	(+10,0) —10,0	(+ 7,5) —12,5	(—10,0) + 7,5
d = 12 mm	(— 5,0) +10,0	(—10,0) +12,0	(— 7,5) +10,0
d = 20 mm	(— 2,5) +10,0	(— 5,0) +17,5	(— 2,5) +17,5
d = 28 mm	(— 7,5) +12,0	(— 7,5) +12,0	(— 5,0) +12,0

TABLEAU 28.

Expérience IX C. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Valeur de A (en mm) Type de trapèze	20 rectangulaire	20 intermédiaire	20 isocèle
d = 6 mm	1,1	1,1	1,0
d = 12 mm	0,9	1,2	1,1
d = 20 mm	0,6	1,1	1,0
d = 28 mm	1,0	1,1	1,0

Pour la distance de 12 mm, la relation entre A et A' n'exerce aucune action sur les déformations de A . Par contre ce sont les relations entre B et A' ou entre B et $A'1+A'2$ qui dominent les déformations de A , de trapèze rectangulaire à trapèze isocèle. Autrement dit, lorsque la différence A' est non divisée et se situe seulement à gauche de A , c'est la relation entre B et A' qui domine les déformations de A , en ce sens que A' est dévalué et A est valorisé et qu'enfin B est dévalué. La situation est semblable lorsque la différence A' se présente sous forme de

¹ Les minima sont entre parenthèses.

$2 A' (= A' 1 + A' 2)$. B étant en relation avec $2 A'$, cette relation a pour effet la dévaluation de $2 A'$ et la valorisation de A . Mais, bien que pour cette distance A soit dans les trois types de trapèze surestimé, cependant la surestimation est plus forte lorsque A' se présente sous forme de $2 A' (= A' 1 + A' 2)$.

A est valorisé plus fortement lorsqu'on augmente la distance entre A et B et cette surestimation est presque stable quel que soit le genre de trapèze dans lequel il se situe. C'est le cas des distances de 20 et 28 mm (voir fig. 21).

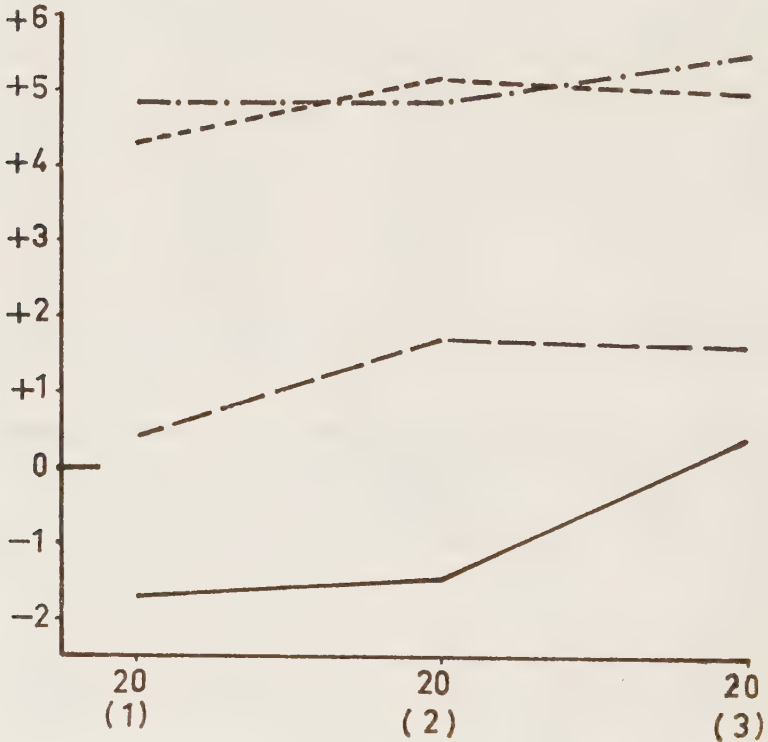


Fig. 21. — Expérience IX C. La déformation de A en tant que petite base des trapèzes. En abscisses la valeur de A (en mm) accompagnée de l'indication de trapèze dans lequel elle figure (1 = trapèze rectangulaire ; 2 = trapèze intermédiaire ; 3 = trapèze isocèle) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Distance $A - B = 6$ mm —————
 Distance $A - B = 12$ mm ————
 Distance $A - B = 20$ mm — . — . —
 Distance $A - B = 28$ mm — — — —

Selon le tableau 27 sur lequel figure les maxima et les minima, on voit que les valeurs extrêmes confirment en général l'allure de la courbe des erreurs systématiques.

Quant aux écarts types (tableau 28), ils sont stables pour toutes les distances entre A et B et pour tous les déplacements de A .

b) *Expérience X C. Direction horizontale des lignes ($A = 50$ mm).*

1. *Matériel et technique.*

La seule différence entre le matériel de cette expérience et celui de l'expérience précédente (IX C) est que la ligne A , cette fois, est longue de 50 mm. L'expérience comporte comme la précédente 4 distances entre A et B et pour chaque distance il y a 3 phases selon le déplacement de A .

Les autres caractéristiques de l'expérience restent les mêmes que celles de l'expérience IX C.

2. *Résultats numériques et constatations.*

Les tableaux 29, 30 et 31 contiennent respectivement les erreurs systématiques, les maxima et les minima, ainsi que les écarts types des erreurs.

TABLEAU 29.

Expérience X C. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A (en mm) Type de trapèze	20 rectangulaire	20 intermédiaire	20 isocèle
$d = 6$ mm	+1,5	+2,5	+1,7
$d = 12$ mm	+1,7	+2,0	+2,2
$d = 20$ mm	+0,3	+0,8	+0,7
$d = 28$ mm	+0,7	+1,2	+0,8

Ce qu'on peut constater d'après le tableau 29 c'est que les erreurs systématiques sont partout positives. Mais deux sortes de faits sont à signaler dans ce tableau. Le premier est que pour toutes les distances entre A et B les déformations de la ligne A deviennent plus accentuées quand on la déplace progressivement vers le milieu de B . Cela veut dire qu'en allant de la relation entre A et A' , où A est surestimé quand $A > A'$, ou de la relation entre B et A' , où A est surestimé parce que A' est dévalué, à la relation entre B et $2A'$, où le facteur de surestimation de A dans un trapèze isocèle et complet est à l'œuvre, les déformations

de *A* sont renforcées. Le second fait est qu'en augmentant progressivement la distance entre *A* et *B*, les déformations de *A* deviennent de moins en moins fortes (voir figure 22).

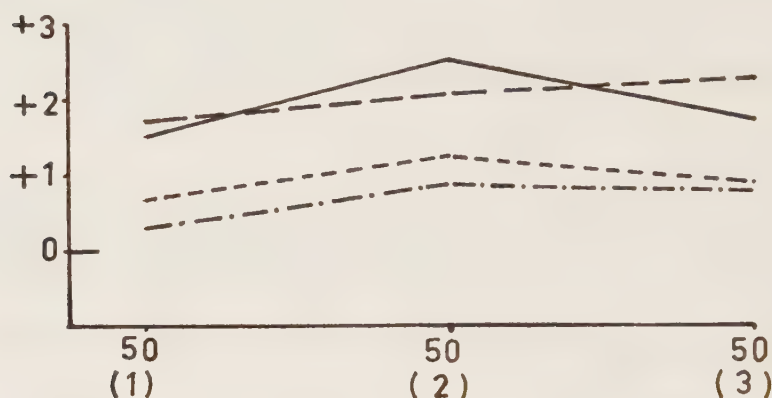


Fig. 22. — Expérience X C. La déformation de *A* en tant que petite base de trapèze. En abscisses la valeur de *A* (en mm) accompagnée de l'indication de trapèze dans lequel elle figure (1 = trapèze rectangulaire ; 2 = trapèze intermédiaire ; 3 = trapèze isocèle) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

Distance *A* - *B* = 6 mm —————
 Distance *A* - *B* = 12 mm — — — — —
 Distance *A* - *B* = 20 mm - . - . - .
 Distance *A* - *B* = 28 mm — — — — —

TABLEAU 30.

Expérience X C. Les maxima et les minima des erreurs en % de A.

Valeur de <i>A</i> (en mm) Type de trapèze	20 rectangulaire	20 intermédiaire	20 isocèle
<i>d</i> = 6 mm	(-4,0) +6,0	(-4,1) +8,0	(- 4,0) + 6,0
<i>d</i> = 12 mm	(-4,0) +6,0	(-4,0) +8,0	(- 4,0) +10,0
<i>d</i> = 20 mm	(-6,0) +4,0	(-6,0) +6,0	(- 6,0) + 6,0
<i>d</i> = 28 mm	(-6,0) +8,0	(-4,0) +6,0	(- 6,0) +10,0

TABLEAU 31.

Expérience X C. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Valeur de A (en mm) Type de trapèze	20 rectangulaire	20 intermédiaire	20 isocèle
$d = 6$ mm	1,4	1,6	1,8
$d = 12$ mm	1,3	1,6	1,5
$d = 20$ mm	1,4	1,7	1,4
$d = 28$ mm	1,7	1,9	2,0

Les maxima et les minima (tableau 30) confirment l'allure des courbes obtenues. Quant aux écarts types, indiquées dans le tableau 31, ils ne varient que très peu d'une distance à l'autre et ils sont stables dans tous les déplacements de A .

En résumé, les données de ces deux expériences (IX C et X C) nous permettent de conclure qu'en reliant les extrémités de A et de B et en déplaçant la ligne A , en la centrant par rapport au milieu de B , on trouve tous les intermédiaires entre les propriétés perceptives des figures qui ne sont pas des trapèzes effectifs et celles de trapèzes.

F. Essai d'interprétation.

Les expériences précédentes qui portent sur l'étude expérimentale de l'interaction de deux droites inégales A et B (où A est dans tous les cas plus courte que B) qui ne se prolongent pas l'une l'autre, mais qui sont au contraire parallèles, nous fournissent des données qui se résument en points essentiels suivants :

1. En choisissant un élément B de 7 cm et des A de 1, 2, 3, 4, 5 et 6 cm (distants de B de 4 mm) et en mesurant les dévaluations ou les surestimations de A au moyen de variables carrées, avec la comparaison de A et du côté du carré, nous avons constaté que la ligne A est dévaluée lorsqu'elle est inférieure à la valeur objective de $A = B/2$, mais elle est surestimée de plus en plus lorsqu'elle dépasse cette valeur objective de $A = B/2$.

2. Si l'on fait porter les mesures dans les mêmes conditions sur l'élément B , on trouve une courbe à peu près inverse de la courbe des déformations de A .

3. D'autre part, si l'on augmente progressivement la distance entre les parallèles A et B , la courbe des déformations de la ligne A reste qualitativement invariable jusqu'à une distance de 12 à 20 mm. Mais

à une distance de 20 à 28 mm l'allure de la courbe change et la ligne *A* est surestimée dans toutes ses valeurs.

4. Enfin si l'on relie les extrémités de *A* et de *B* pour construire un demi-trapèze (trapèze rectangulaire) et que l'on déplace progressivement *A*, en le centrant par rapport au milieu de *B* (ce qui donne un trapèze entier et isocèle), on trouve tous les intermédiaires entre les déformations de *A* en tant que petite base d'un trapèze ou en tant que parallèle à la ligne *B*.

Essayons d'interpréter ces résultats qui sont indépendants de l'âge. Pour interpréter les mécanismes aboutissant aux déformations que nous venons de constater, nous ne pouvons pas invoquer l'explication physiologique des associationnistes qui ne décrit pas les mécanismes aboutissant à la déformation perceptive. D'autre part, et toujours dans le cadre de la psychologie atomistique, l'appel aux éléments susceptibles de soutenir entre eux des rapports numériques stables et de donner lieu, par conséquent, à une composition additive du tout, à partir des unités élémentaires, ne constitue pas une base solide pour les interprétations des mécanismes aboutissant aux déformations d'ordre perceptif, puisqu'une telle explication ne tient pas compte de la structure d'ensemble des figures et des relations instantanées s'établissant entre les éléments (2 a, 20, 21, 23, 26).

Quant à la Gestaltheorie, qui a succédé aux hypothèses atomistique et additive en introduisant dans la psychologie de la perception les notions de totalité et de configuration d'ensemble, elle ne suffit pas à expliquer les mécanismes qui créent les déformations et reste descriptive. Dire que les parties sont déformées par le tout n'est pas une explication, mais un programme d'explications futures (5, 7, 8, 9, 11 b). Car si la référence continue aux totalités est bien la condition d'une bonne description, elle ne constitue pas une explication suffisante, sauf à s'appuyer sur des hypothèses physiologiques et même physiques qui dépassent alors par trop les détails des données à expliquer (12).

L'explication réelle ne commence que lorsqu'on parvient à mettre la partie en liaison avec l'ensemble des autres parties selon un système de relations proprement dites. Une fois admis qu'il n'existe pas d'éléments isolés, et que chaque rapport entre deux éléments les transforme nécessairement l'un en fonction de l'autre, on peut alors considérer le « tout » ou la « structure d'ensemble » comme identique, non plus à la somme des éléments, mais au produit des « rapports » élémentaires, ce qui n'est nullement la même chose.

Or, c'est l'analyse des différents rapports de la figure et leur synthèse, dans une composition perceptive, qui constitue notre essai d'interprétation.

Les parallèles inégales *A* et *B* forment, comme toute figure perceptive, un système de rapports. Notre essai consiste, dès lors, à chercher et déterminer ces rapports et la composition d'ensemble qui se produit entre eux.

Reprenons les résultats que nous venons d'énumérer, plus haut, en quatre points essentiels, et essayons de les interpréter point par point.

Mais avant de passer à l'examen des résultats obtenus, demandons-nous quelles sont les relations qui peuvent s'établir entre les divers éléments d'une figure formée par les parallèles A et B qui sont de longueurs inégales (voir fig. 23).

On peut envisager 6 sortes de relations entre les divers éléments de cette figure et les exprimer en termes de centrations relatives :

Relation 1 — ou relation entre B et A , soit :

$$P = \mp \frac{(B-A) A}{BH} \times \frac{B}{B}$$

Relation 2 — ou relation entre B et A' , soit :

$$P = \mp \frac{(B-A') A'}{BH} \times \frac{B}{B}$$

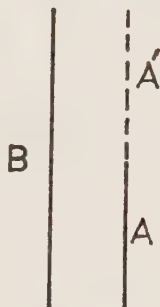


Fig. 23.

Relation 3 — ou relation entre A et A' , où nous aurons :

$$P = \mp \frac{(A-A') A'}{BH} \times \frac{B}{B} \quad \text{si } A > A'$$

$$\text{et } P = \mp \frac{(A'-A) A}{BH} \times \frac{B}{B} \quad \text{si } A < A'$$

Relation 4 — ou relation inverse de celle entre A et A' . Pour obtenir cette relation il suffit d'inverser l'ordre $A > A'$ et $A < A'$.

A part ces quatre relations simples, nous pouvons envisager les relations multiplicatives suivantes :

Relation 5 — ou multiplication de la relation entre A et A' et la relation entre B et A , soit la multiplication des relations 1 et 3. Nous aurons :

$$P_{\text{comp.}} = \mp \frac{(A-A') A' (B-A) A}{BH}$$

si dans la relation entre A et A' la ligne A est plus longue qu' A' ou :

$$P_{comp.} = \mp \frac{(A'-A) A (B-A) A}{BH}$$

si dans la relation entre A et A' nous avons $A < A'$.

Relation 6 — ou la multiplication de relation entre A et A' et la relation entre B et A' , soit la multiplication des relations 2 et 4. Nous avons ainsi :

$$P_{comp.} = \mp \frac{(A-A') A' (B-A') A'}{BH}$$

si dans la relation entre A et A' la ligne $A > A'$ et

$$P_{comp.} = \mp \frac{(A'-A) A (B-A') A'}{BH}$$

si dans la relation entre A et A' la ligne $A < A'$.

Il faut noter qu'au point de vue de calcul, la relation entre B et A (relation 1) et la relation entre B et A' (relation 2) ne diffèrent pas. Il en va de même pour les relations 3 et 4 et les relations multiplicatives 5 (relations entre A et A' et entre B et A) et 6 (relations entre A et A' , relation 4, et entre B et A'). Mais au point de vue de la signification qu'elles peuvent revêtir, les relations 2 et 6 constituent respectivement les inverses des relations 1 et 5. Les résultats des calculs de ces relations sont indiqués dans le tableau 32. Ces résultats sont établis selon les formules déduites de la loi des centrations relatives et pour les valeurs objectives des lignes B (70 mm), A (qui varie de 10 à 60 mm avec un intervalle de 10 mm) et enfin A' , qui inversement aux valeurs de A varie de 60 à 10 mm, lorsque les parallèles $A (+A')$ et B sont distantes de 4 mm.

L'interprétation graphique des valeurs du tableau 32 se trouvent sur la figure 24.

Mais ce n'est qu'à l'aide et à l'appui des données expérimentales qu'on peut décider quelles sont les bonnes relations qui s'imposent, autrement dit, celles qui coïncident plus favorablement aux courbes expérimentales.

Essayons maintenant d'interpréter nos résultats à la lumière des relations que nous venons d'invoquer.

1. — En étudiant les déformations de A dans les expériences I C, II C et III C, nous avons vu que la ligne A , lorsqu'elle est parallèle à B (et la distance entre les deux de 4 mm), est sous-estimée, en général, jusqu'à une longueur de 30 mm avec un maximum aux environs de 10

ou 20 mm, tandis qu'elle est surestimée de 40 à 60 mm avec un maximum aux environs de 50 mm. Il faut se demander à quel facteur on peut attribuer ces déformations.

TABLEAU 32.

*Valeurs théoriques calculées par des formules déduites de la loi des centrations relatives.*¹

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
Valeur de A' en mm	60	50	40	30	20	10
Valeur de B en mm	70	70	70	70	70	70
Relation 1 entre A et B	+2,14	+3,57	+4,28	+4,28	+3,57	+2,14
Relation 2 entre A' et B	-2,14	-3,57	-4,28	-4,28	-3,57	-2,14
Relation 3 entre A et A'	-1,79	-2,14	-1,07	+1,07	+2,14	+1,79
Relation 4 entre A' et A	+1,79	+2,14	+1,07	-1,07	-2,14	-1,79
Relation 5 (A et A') (B et A) .	-1,07	-2,14	-1,28	+1,28	+2,14	+1,07
Relation 6 (A' et A) (B et A') .	+1,07	+2,14	+1,28	-1,28	-2,14	-1,07

On peut penser tout d'abord que l'influence de la ligne B sur A est à l'origine de ces déformations. Mais en observant le tableau 32 et la figure 35 où les données relatives à la relation entre A et B sont indiquées, on voit qu'il n'en est rien, puisque dans cette relation les déformations sont dans un sens (positif ou négatif) et que nos courbes expérimentales ne coïncident pas avec une telle relation.

On peut invoquer en second lieu l'influence de la différence $A' = (B-A)$. Mais si on tient compte de la relation entre B et A_1 , de nouveau, les déformations expérimentales ne coïncident pas avec les déformations théoriques qui évoluent seulement dans un sens.

¹ Notons que ces valeurs théoriques sont relatives et nullement absolues ; c'est pourquoi nous avons le droit de les réduire à 1, c'est-à-dire de les exprimer en dixième, centième, millième, etc.

D'autre part, en accord avec les valeurs objectives des lignes examinées, nous n'avons pas calculé les valeurs intermédiaires, ce qui prolongerait les calculs à l'infini. Cependant notons que dans les relations entre A et A' ou entre A' et A , lorsque A et A' sont longs de 35 mm, le résultat du calcul pour ce point est zéro et ce point constitue sans plus le point nul où théoriquement A et A' ne sont pas déformés. Nous trouvons d'autre part et toujours pour les mêmes relations des maxima (positif et négatif) plus forts pour les valeurs de A ou (A') = 17,5 mm et de A ou (A') = 52,5 mm ; ce résultat est de $\pm 2,18$. Il en va de même pour la relation entre B et A ou B et A' ou $B = 70$ mm et A ou (A') = 35 mm qu'on obtient la valeur de $\pm 4,37$.

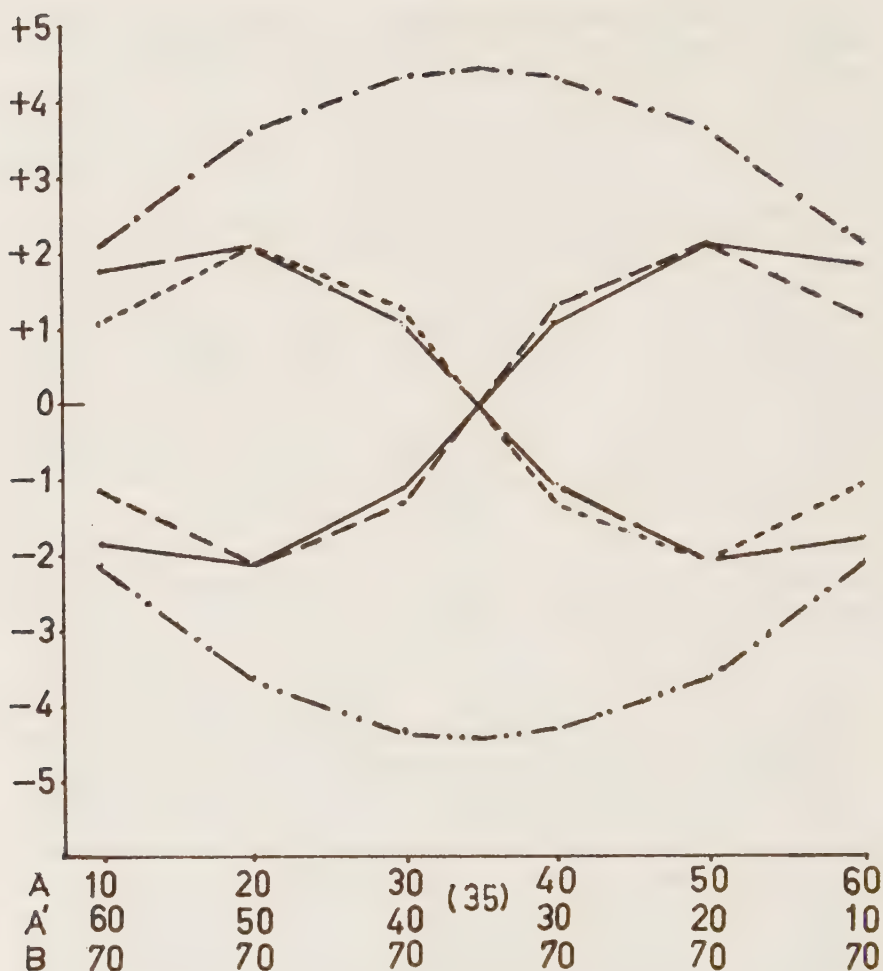


Fig. 24. — Courbes des valeurs théorique consignées dans le tableau 32. En abscisses les valeurs de A , de A' et de B (en mm) ; en ordonnées la déformation théorique des valeurs selon les diverses relations.

— . . . — Relation 1 .. — .. — Relation 2 ———— Relation 3
 ———— Relation 4 — — — — Relation 5 - - - - - Relation 6

Par contre, si on tient compte de la relation entre A et A' dans laquelle A est sous-estimé et A' valorisé quand $A < A'$ et inversement A' est dévalué et A est valorisé quand $A' < A$, ou si on envisage la relation de A' à la fois avec B et A , ce qui nous donne une relation multiplicative dans laquelle les déformations de la ligne A évoluent de la même façon

que dans la relation entre A et A' , dans ce cas on ne peut que constater la coïncidence frappante qui existe entre les données expérimentales et les valeurs théoriques calculées (voir fig. 25).

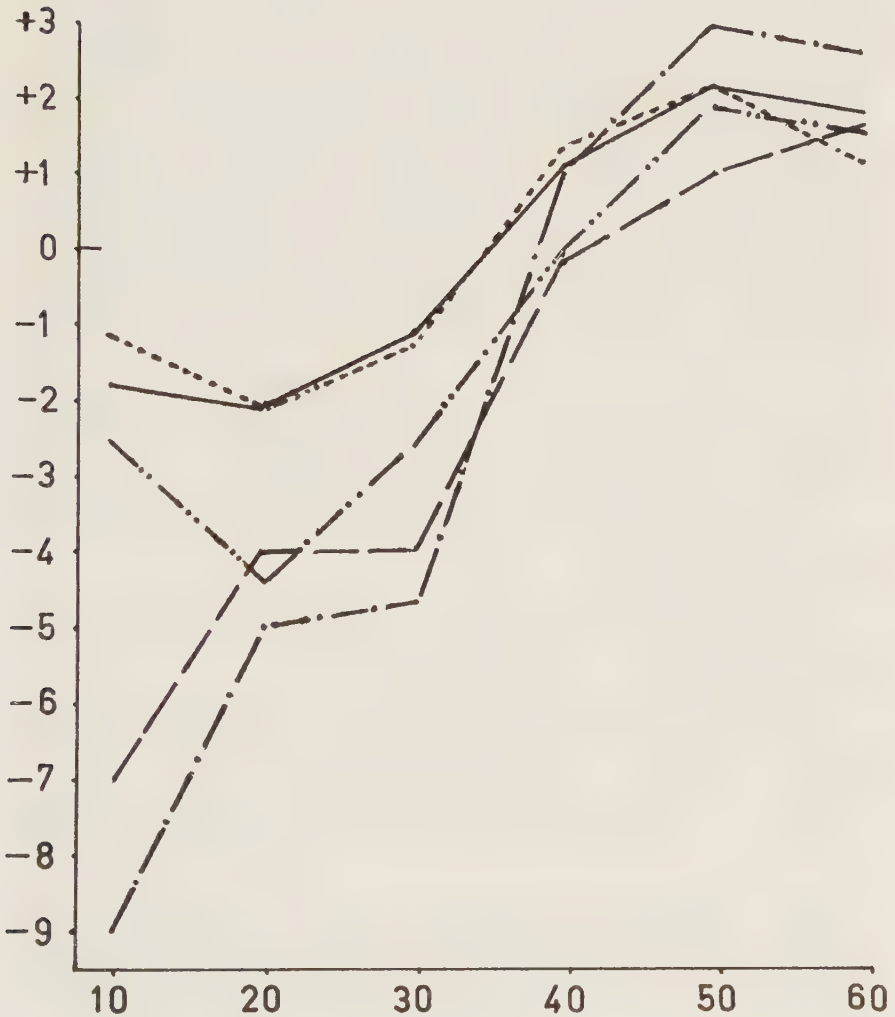


Figure 25. — Comparaison entre les courbes des expériences I C, II C et III C et les courbes théoriques des relations 3 et 5. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %) ou la déformation théorique relative des valeurs.

— — — Exp. I C — . — . — Exp. II C — .. — .. — Exp. III C
 — — — Relation théorique 3 - - - - - Relation théorique 5

Mais en envisageant le problème de plus près, il est intéressant d'étudier l'ensemble des facteurs qui créent les déformations relatives à notre figure. En effet, toutes les déformations subies par la ligne A ont pour résultat soit d'accroître cette dernière par rapport à B (nous dirions : « faire ressembler A à B »), soit de diminuer A par rapport à B , c'est-à-dire créer une plus grande différence que celle qui existe en réalité entre ces deux lignes. Or, il nous faut trouver les facteurs qui favorisent, sinon créent, ces ressemblances et ces contrastes entre ces deux lignes, ou plus précisément, qui les déforment dans le sens d'une plus grande ressemblance ou d'un plus grand contraste.

Or, le rapport $A \leq A'$ est constitué par les longueurs relatives de A et de A' . Il existe du point de vue de longueur deux genres de relations entre ces deux lignes : celle de ressemblance de longueur et celle de différence de longueur. Ces relations de ressemblance et de différence sont traduisibles en termes de facteurs à effets irréversibles et non plus d'opérations réversibles. En se basant sur les données expérimentales, on peut exprimer les effets de ces facteurs comme suit :

1°) On peut constater en premier lieu que lorsque la ligne A possède une certaine valeur inférieure à A' , ($A' = B - A$), elle est sous-estimée, c'est-à-dire que conséquemment, la différence entre A et B est plus marquée que ce qui est objectivement. A' tend à diminuer A .

2°) Inversement lorsque la ligne A est plus courte que A' , elle tend à accroître A' ce qui a également comme résultat un renforcement de différence entre A et B .

2°) Inversement, lorsque la ligne A est plus courte que A' , elle tend rieuse à A , elle tend à accroître A , c'est-à-dire qu'elle tend à rapprocher cette dernière de B .

4°) Réciproquement, lorsque A est suffisamment plus longue que $A' = (B - A)$, elle tend à raccourcir A' , ce qui a pour résultat un renforcement de ressemblance entre A et B .

Mais il est intéressant de signaler les rapports directs entre B et A et entre B et A' . En déterminant ces rapports en terme de facteur de ressemblance et de différence, nous aurons à considérer l'influence des facteurs suivants.

Mais il faut noter que les divers degrés de ressemblance ou de différence provoquent une augmentation continue d'inégalité jusqu'à un maximum (positif ou négatif) ; passé ce maximum il y a diminution de l'inégalité comme si le facteur contraire l'emportait à nouveau.¹

¹ Les rapports de ressemblance R et de différence D , nous dit Piaget (13 a), n'agissent pas comme s'ils constituaient simplement les inverses les uns des autres (opérations réversibles), mais exercent des influences relativement indépendantes, leur équilibre se « déplaçant » alors au fur et à mesure de modifications de leur valeur.

Les déplacements d'équilibre permettent de constater l'existence de 2 sortes de « régulations » qui aboutissent à modérer respectivement les illusions positives et négatives et à les maintenir l'une et l'autre dans les limites déterminées par un *maximum positif* et un *maximum négatif* (13 a).

Enfin ces facteurs de ressemblance et de différence agissent dans le domaine perceptif d'une façon causale et non pas logique. Ce caractère causal des actions de ressemblance et de différence est visible par le fait que ces facteurs ne se compensent plus nécessairement et donnent lieu à des remaniements ou déformations systématiques des données objectives.

Ceci dit, il faut se demander comment on peut analyser les conditions de l'équilibre perceptif et leurs déplacements¹, en fonction de modifications de ce système perceptif. On sait que dans le cas des transformations opératoires tout changement entraînant une augmentation de ressemblance produit ipso facto une diminution de différence ($R_1 = -D_1$ — $R_2 = D_2$). Mais, au contraire, dans le champ perceptif tout se passe comme si ce qui est rajouté en ressemblance entraînait une diminution non pas équivalente, mais plus faible de différence ; tout se passe donc comme s'il existait, dans l'action réciproque, des facteurs de ressemblance et de différence en présence, une transformation non compensée en apposition avec les transformations opératoires.²

De tels « déplacements d'équilibre » permettent enfin de dévoiler l'existence de « régulations »³. La régulation marque, par définition, l'existence de réactions en sens inverse de la modification extérieure et tend à annuler les déplacements d'équilibre.

II. — Un deuxième point de nos résultats est que lorsqu'on fait porter les mesures sur la ligne *B*, la courbe des déformations de *B* est inverse de celles des *A* (expériences IV C et V C). Autrement dit : à la sous-estimation de *A* correspond la surestimation de *B*, et inversement à la surestimation de *A* correspond la sous-estimation de *B*. Ici également il ne s'agit pas d'une influence dominante des relations entre *B* et *A* ou entre *B* et *A'*, puisque les résultats des calculs des valeurs théoriques de ces deux relations ne coïncident pas avec les données expérimentales. Dans ce cas il ne nous reste qu'à examiner la relation

¹ Le déplacement d'équilibre se définit ainsi selon Piaget : « Lorsque deux relations inverses D et $-R$ soutiennent entre elles une relation déterminée $D(x) \rightarrow R$, il y a conservation des conditions d'équilibre si les transformations de D et de $-R$ (ou de R et de $-D$) se conforment aux lois d'un « groupement », et déplacement de l'équilibre dans le cas contraire (13 a). »

² En un déplacement d'équilibre modifiant $D_1(x) \rightarrow R_1$ en $D_2(y) \rightarrow R_2$ nous appellerons « la transformation non compensée » p la valeur telle que l'on ait $(x) = (y) \mp p \dots$ (13 a).

³ Il y a régulation lorsqu'un déplacement d'équilibre s'effectue dans un sens tel que la variation extérieure qui a produit ce déplacement déclenche une variation en sens contraire. Voici la définition précise de régulation selon Piaget (13 a) : « Dans un déplacement d'équilibre transformant $D_1(x) \rightarrow R$ en $D_2(y) \rightarrow R_2$ ou $R_1(x) \rightarrow D_1$ en $R_2(y) \rightarrow R_2$, nous dirons qu'il y a régulation lorsque la transformation non compensée p qui exprime ce déplacement d'équilibre change de sens (passage de $+p$ à $-p$ ou l'inverse), ou qu'il tend vers zéro. »

entre A et A' ou la relation multiplicative ($A \leq A'$) ($B > A'$). Or les données expérimentales soutiennent une telle interprétation. En effet, la différence A' en relation avec A est valorisée quand $A' > A$, cette valorisation de A' a pour effet d'allonger la ligne voisine B . Par contre la différence A' est dévalorisée par rapport à A quand $A' < A$, cette contraction de la différence A' a pour effet de contracter la ligne B .

En comparant les données expérimentales de nos deux expériences IV C et V C, dans lesquelles les mesures ont porté sur les déformations de B (dans les deux directions verticale et horizontale des lignes) avec les relations entre A' et A (relation 4) et la relation multiplicative ($A \leq A$) ($B > A$) (soit la relation 6), exposées, toutes deux, dans le tableau 32 et la figure 35, on ne peut que constater la coïncidence des données expérimentales avec l'une et l'autre de ces deux relations (voir fig. 26).

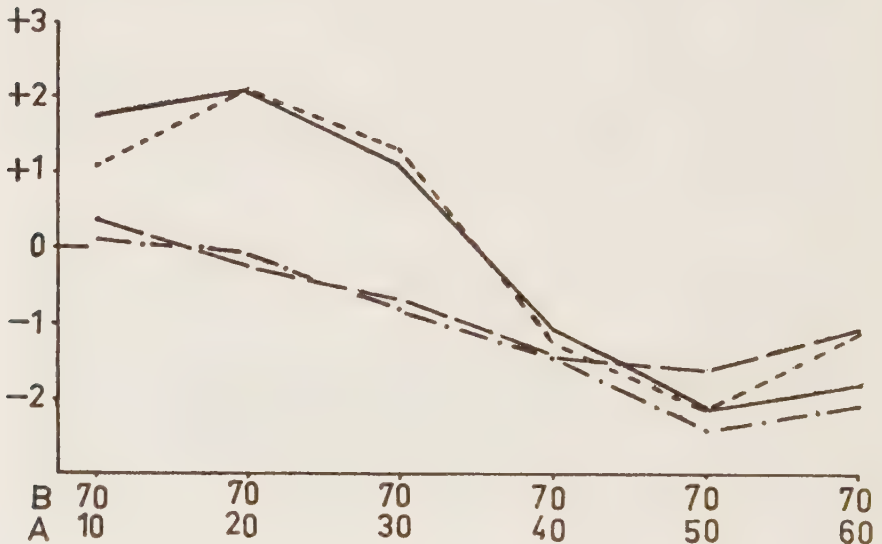


Fig. 26. — Comparaison entre les courbes des expériences IV C et V C et les courbes théoriques des relations 4 et 6. En abscisses la valeur de B en rapport avec les diverses valeurs de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %) ou la déformation théorique relative des valeurs.

— — — Exp. IV C — . — . — Exp. V C
 — — — Relation théorique 4 — — — — Relation théorique 6

Ainsi la relation entre A' et A ou encore la déformation composée de cette relation avec la relation entre B et A' déterminent et dominent les déformations de la ligne B en rapport avec la double variation de longueur de A et de A' .

III. — En augmentant la distance entre les parallèles A et B , les déformations de la ligne A ne sont plus dominées, à une certaine distance, par la relation entre A et A' ou la relation multiplicative des relations entre A et A' et entre B et A , mais par la relation entre B et A' (expériences VI C et VII C). Autrement dit, les déformations de A qui dépendent primitivement de la relation entre A et A' ou de la relation multiplicative ($A \leq A'$) ($B > A$) dépendent, dans le cas de l'augmentation de distance entre les parallèles, de la relation entre B et A' , puisque la dévaluation de A' (= différence entre B et A) aura pour effet de valoriser A et de dévaloriser B . Ainsi le facteur principal de la surestimation de A peut être formulé comme suit :

$\frac{(B-A') A'}{BH} \times \frac{B}{B}$. Cette évolution des déformations de A en fonction de distance montre, une fois de plus, que le rôle figural de la différence A' est essentiel dans les déformations de la ligne A . Ce rôle peut être en action, à courte distance, sous forme de relation entre A et A' , ou peut se manifester sous forme de relation entre B et A' , une fois que la distance entre les parallèles est relativement grande.

IV. — Enfin le quatrième point de nos résultats provenant des expériences VIII C, IX C et X C nous met en présence des déformations de A marquant tous les intermédiaires entre les propriétés perceptives des figures qui ne sont pas des trapèzes effectifs et celles qui sont des trapèzes réels. En effet, en reliant les extrémités de A et de B et en augmentant progressivement la distance entre les parallèles A et B , on voit que la relation entre B et A' qui a pour effet de valoriser la ligne A succède rapidement à la relation primitive entre A et A' . Et si l'on déplace progressivement la ligne A vers le milieu de B pour construire des trapèzes isocèles, on voit que la relation entre B et $2 A'$ qui constitue le facteur principal de la surestimation de A , en tant que petite base de trapèze, domine les déformations de ce dernier.

*
**

Au total, l'étude expérimentale de l'interaction de deux droites inégales A et B (où A est dans tous les cas plus courte que B) qui ne se prolongent pas l'une l'autre, mais qui sont au contraire parallèles, nous fournit des données qui ne correspondent pas à une simple dévaluation de A par B comme c'est le cas de la situation de prolongement, mais impose au contraire un calcul fondé sur les relations entre A et A' , où A' est la différence entre B et A (soit $A' = B - A$), mais c'est une différence qui est perçue comme un élément figural. Piaget a admis l'existence

de tels éléments figuraux dans les cas des trapèzes et des figures de Müller-Lyer et de Delbœuf. Théoriquement une telle éventualité dans le cas de nos droites inégales et parallèles n'a rien d'étonnant, puisque celles-ci constituent en fait des demi-trapèzes dans lesquels le côté oblique réunissant les extrémités non congruentes de B et de A demeure simplement virtuel. Or, en choisissant un élément B de 7 cm et des A de 1, 2, 3, 4, 5 et 6 cm (distants de B de 4 mm) et en mesurant les dévaluations ou surestimations de A au moyen de variables formées par les côtés des carrés, avec la comparaison de A et du côté du carré, nous avons obtenu pour les trois directions horizontale, verticale et inclinée (45°) des données expérimentales qui nous amènent à constater les déformations de A comme suit : La ligne A n'est nullement dévalorisée par B pour toutes ses valeurs, mais elle est de plus en plus surestimée (avec peut-être un maximum vers $A = 50$ mm) lorsqu'elle dépasse la valeur objective de $A = B/2$. Il semble donc clair que l'estimation de la longueur de A dépend surtout de ses relations avec $A' = B - A$ et non pas avec B . Les valeurs les plus proches (du point de vue relatif et non pas absolu) des données expérimentales sont soit celles qui pro-

viennent de la proposition $P_1 = \mp \frac{(A-A') A'}{BH} \times \frac{B}{B}$ si $A > A'$ et

$P_1 = \mp \frac{(A'-A) A}{BH} \times \frac{B}{B}$ si $A' > A$, soit celles de la déformation com-

posée : $P_{comp.} = \mp \frac{(A-A') A' (B-A) A}{BH}$ qui comprennent également la relation entre A et A' .

Notons que si l'on fait porter les mesures sur l'élément B on trouve une courbe à peu près inverse des précédentes. Autrement dit, la ligne B est en principe surestimée si $A' > A$ et sous-estimée si $A' < A$. Si d'autre part, on augmente la distance entre les parallèles A et B , la relation entre A et A' domine encore jusque vers 12 mm, mais elle n'exerce plus guère d'action à 20-28 mm. Enfin, si l'on relie les extrémités de A et de B pour construire un demi-trapèze et que l'on déplace progressivement A jusqu'à le situer par rapport au milieu de B (ce qui donne un trapèze entier et isocèle), on trouve tous les intermédiaires entre les propriétés perceptives des figures qui ne sont pas des trapèzes effectifs et celles de trapèze. Ainsi cette recherche prouve à nouveau le rôle figural de la différence A' dans les configurations des types trapèze Müller-Lyer et Delbœuf, et confirme une fois de plus l'hypothèse du rôle figural de la différence A' invoquée pour l'explication des déformations des éléments de ces figures.

Il nous faut maintenant faire la synthèse des données précédentes et réduire les transformations constatées en processus de centration et de décentration et de ce fait dégager les mécanismes communs aux divers faits établis par nos expériences. On sait que l'ensemble de la théorie des centrations relatives qui se propose de déterminer les erreurs systématiques d'estimation repose sur l'hypothèse de l'hétérogénéité du champ visuel. Il existe une zone centrale et la périphérie de cette zone. De là on peut dire que les termes perçus à la périphérie d'une zone centrale sont sous-estimés par rapport aux termes centraux, ou ceux-ci surestimés par rapport aux termes périphériques. Mais il n'est pas nécessaire de savoir si l'élément centré est surestimé ou sous-estimé, il suffit d'appeler centration toute déformation du champ relative à une fixation du regard. Les faits confirment qu'il y a un effet de centration et qu'il va en général dans le sens d'une surestimation de ce qui est fixé (11 c, 14). Quant à la notion de décentration, il faut dire qu'elle n'est pas concevable comme se rapportant sans plus aux perceptions périphériques par opposition à la région centrale. La décentration est un processus positif et non pas négatif. C'est la coordination de toutes les centrations possibles pour une figure donnée. La différence entre la centration et la décentration réside dans le fait que la centration est un aspect de la perception essentiellement relatif au sujet, puisque la fixation du regard sélectionne et renforce les rapports selon le point de vue momentané, tandis que la décentration est essentiellement adaptation à l'objet, par le fait qu'elle coordonne les fixations successives ou les points de vue différents et corrige ainsi les déformations d'ordre « central ».

A l'appui de ces deux notions de centration et de décentration, il devient aisé d'expliquer chacune des formes d'illusions positive ou négative, ainsi que les états d'illusion nulle. Dans le cas de notre figure il suffit de considérer les longueurs de A et de A' ainsi que celle de B comme pouvant être fixées chacune, lors de la perception de la figure d'ensemble et de comparer ces différentes centrations du point de vue de leurs décentrations de divers types ; le degré de la décentration expliquera alors la grandeur des illusions et ce qui n'est pas décentré dans les centrations rendra compte de la forme des mêmes illusions. En effet les centrations sur A et A' interfèrent nécessairement de façons diverses suivant les différentes longueurs de A et de A' et par conséquent les décentrations seront relatives. Il y aura déformation nulle lorsqu'il y a une décentration relative complète et c'est dans le cas où les longueurs de A et de A' sont les mêmes.¹ Et lorsque les longueurs de A et de A' sont inégales, les décentrations sont incomplètes et nous sommes en présence des déformations de divers degrés. Quant à la forme de l'illusion, elle sera alors donnée par les conditions de distance et de dimensions proportionnelles des éléments. En ce qui concerne les dimensions relatives, elles sont constituées par le rapport des longueurs

¹ « La décentration relative est toujours complète entre centrations portant sur des éléments de mêmes dimensions. » (13 a).

entre A et A' et ceci sous les trois formes qu'il peut revêtir : $A > A'$, $A < A'$ et $A = A'$. Quant à la distance, il est clair qu'au fur et à mesure de l'augmentation de distance entre $A + A'$ et B les centrations se différencient les unes des autres. Lorsque A est proche de B , leur différence, soit A' , est présente et les centrations s'opèrent selon la relation entre A et A' ou encore selon les relations combinées entre A et A' et entre B et A . Mais avec l'augmentation de distance entre les parallèles A et B , la relation entre A et A' ne domine plus les déformations de la ligne A et les centrations s'opèrent selon la relation entre B et A' , où A' est dévalué et A est valorisé et B est dévalué, mais d'une façon indirecte.

III

ÉTUDE GÉNÉTIQUE

Au cours du chapitre précédent nous avons étudié les résultats d'une série d'expériences, portant toutes, sans exception, sur un seul et même âge : des groupes homogènes d'écoliers et d'écolières âgés de 11-12 ans.

Nous avons essayé d'interpréter les résultats de ces expériences après avoir entrepris l'examen génétique de ces dernières. Car notre étude est essentiellement génétique, et il n'est pas prudent de se hasarder dans le domaine d'interprétation, sans se renseigner auparavant sur l'évolution des résultats à travers les âges. La séparation entre la partie génétique et la partie des « expériences principales » n'est qu'artificielle, et c'est à dessein et dans le but de faciliter l'exposé de nos résultats que nous avons suivi cette voie.

Ainsi, au cours du chapitre précédent, nous avons cherché à déterminer essentiellement le rôle figural de la différence A' et la signification qu'il peut revêtir dans les conditions différentes, sans tenir compte provisoirement des modifications d'ordre génétique.

Nous avons étudié génétiquement les expériences suivantes :

1. — Les expériences I C, II C, et III C concernent les déformations de la ligne A dans les directions verticale, horizontale et inclinée des parallèles A et B .
2. — Les expériences IV C et V C concernent les déformations de la ligne B dans les directions verticale et horizontale des lignes.
3. — Les expériences VI C et VII C concernent les déformations de A en fonction de l'écartement entre A et B pour les directions verticale et horizontale des lignes.

Le matériel et la technique de ces expériences sont exposés au chapitre précédent (voir sous II). Nous nous bornons donc à l'exposé des résultats numériques et aux constatations qu'on peut faire à leur propos.

Notons que les âges examinés, auxquels nous joignons les sujets de 11-12 ans du chapitre précédent, sont ceux des enfants de 5-6 ans et des adultes. Le nombre des sujets examinés par groupe d'âge s'élève à 20.

§ 1. EXPOSÉ DES RÉSULTATS GÉNÉTIQUES.

A. Les déformations de la ligne A.

a) Expérience IC (direction verticale).

Résultats numériques et constatations :

Le tableau 33 indique les erreurs systématiques (moy. alg.) de l'expérience IC, expérience dans laquelle les déformations de l'élément A sont établies, en plus de sujets de 11-12 ans, pour les enfants de 5-6 ans et les adultes universitaires. Ce tableau montre que les erreurs systématiques, bien qu'elles évoluent de la même façon de l'enfant à l'adulte, deviennent cependant, en général, de plus en plus faibles avec l'augmentation de l'âge. Mais le fait le plus important à signaler est que, avec l'augmentation de l'âge, la différence $A' = (B-A)$ prend toujours une signification plus importante et plus précise. En observant les courbes d'évolution de déformations de A, on voit que c'est la courbe des adultes qui correspond plus que les autres courbes à la relation entre A et A', tandis que la courbe des erreurs systématiques des enfants de 5-6 ans démontre que, bien que la relation entre A et A' dirige l'allure de la courbe, une interférence, cependant, entre cette relation et la relation entre B et A empêche que A soit surestimé quand $A > A'$ (voir fig. 27).

TABLEAU 33.

Expérience IC. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—9,0	—6,0	—4,0	—2,5	—0,1	—0,6
11-12 ans	—7,0	—4,0	—4,0	—0,2	+1,0	+1,6
Adultes	—2,0	—1,0	—2,0	—0,7	+1,4	+1,0

TABLEAU 34.

Expérience IC. Minima¹ et maxima des erreurs en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(0,0) —25,0	(0,0) —12,5	(+1,7) —11,7	(+3,7) —10,0	(+3,0) —8,0	(+1,7) —6,7
11-12 ans	(—4,0) —15,0	(+1,0) —7,5	(—1,7) —8,7	(+3,0) —2,0	(—1,0) +5,0	(+0,3) +4,2
Adultes	(+5,0) —5,0	(+2,5) —7,5	(+3,3) —8,3	(+1,2) —5,0	(—3,0) +4,0	(—0,8) +4,2

¹ Les minima sont entre parenthèses.

D'autre part selon le tableau 34, les maxima et les minima montrent que les valeurs extrêmes confirment l'évolution des erreurs systématiques. En ce qui concerne les écarts types, ils augmentent au fur et à mesure de l'augmentation de la longueur de A, quel que soit l'âge des sujets.

TABLEAU 35.

Expérience I C. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,7	0,9	1,1	1,4	1,1	1,3
11-12 ans	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6
Adultes	0,3	0,7	1,0	0,8	1,0	0,9

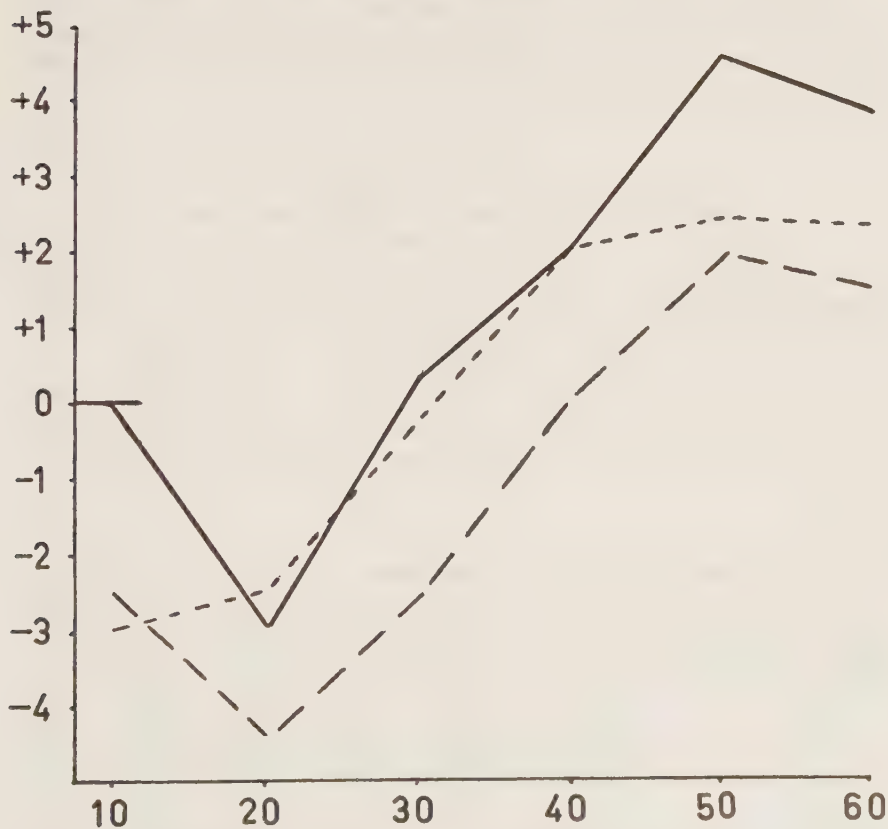


Fig. 27. — Expérience III C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-2 ans — — — — Adultes

b) *Expérience II C (direction horizontale).*

Résultats numériques et constatations.

Le tableau 36, qui contient les erreurs systématiques de cette expérience pour les âges différents, montre comme à l'expérience I C que l'illusion reste qualitativement invariable avec l'augmentation de l'âge. Les courbes de 5-6 ans, de 11-12 ans et d'adultes ont la même allure. Partout l'illusion est négative pour $A < A'$ et positive pour $A > A'$. Le changement de signe s'opère lors du passage de 30 à 40 mm de longueur de la ligne A. Dans cette position horizontale des lignes, l'évolution de l'illusion est nette : les erreurs systématiques positives diminuent régulièrement de l'enfant à l'adulte. Quant aux erreurs systématiques négatives, elles diminuent également avec l'âge mais il y a des fluctuations jusqu'à 11-12 ans (voir fig. 28). Comme dans l'expérience précédente les maxima et les minima (tableau 37) confirment l'évolution des erreurs systématiques. Enfin le tableau 38 montre que la variabilité des sujets est la même à tous les âges.

TABLEAU 36.

Expérience II C. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm.	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—8,0	—5,0	—2,0	+2,0	+3,6	+4,1
11-12 ans	—9,0	—5,0	—4,7	+1,0	+2,9	+2,6
Adultes	—6,0	—4,5	—3,3	+1	+2,4	+2,5

TABLEAU 37.

Expérience II C. Les maxima et les minima ¹ en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(0,0) —20	(+2,5) —17,5	(+5,0) —11,7	(—3,7) +10,0	(0,0) +10,0	(+0,8) +7,5
11-12 ans	(—5,0) —15,0	(+2,5) —9,0	(+1,3) —9,0	(—3,0) +8,7	(—0,4) +9,6	(—1,3) +7,0
Adultes	(+5,0) —20,0	(+2,5) —10	(+1,7) —8,3	(—1,2) +10	(—4,0) +7,0	(—0,8) +6,7

¹ Les minima sont entre parenthèses.

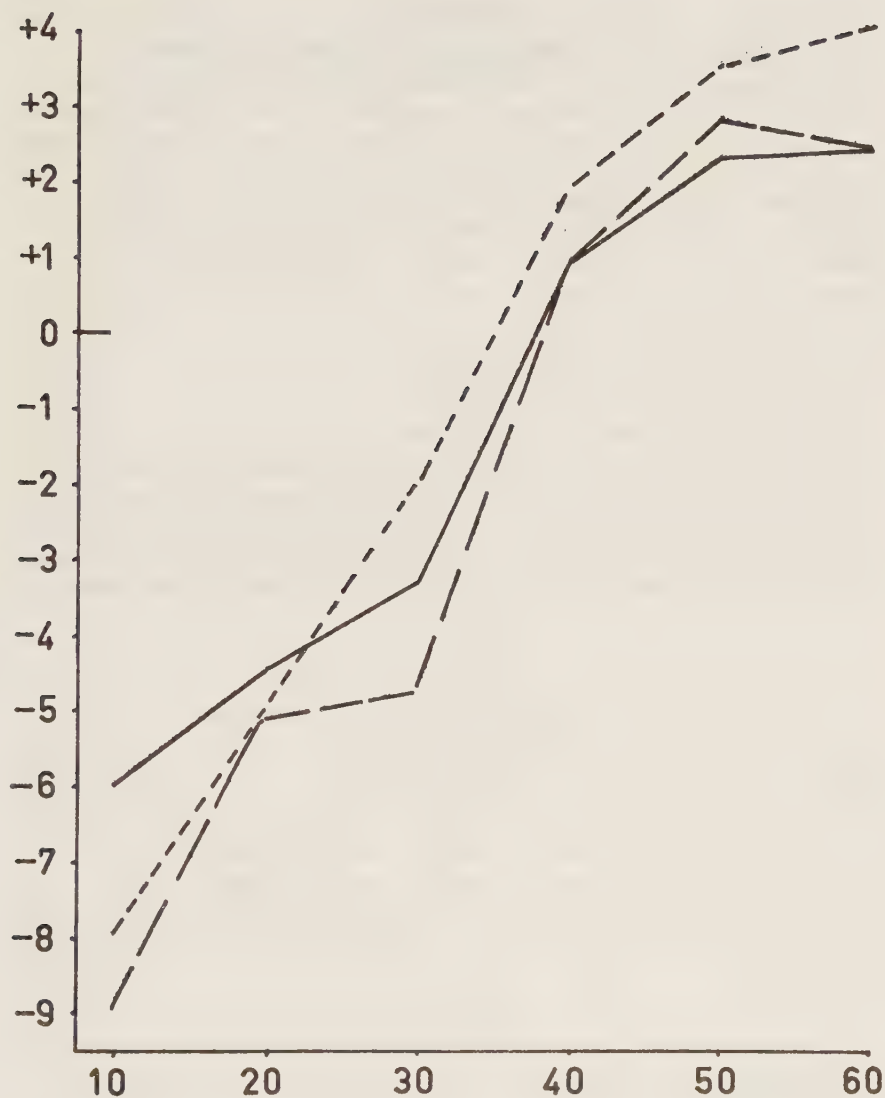


Fig. 28. — Expérience II C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-2 ans — — — — Adultes

TABLEAU 38.

Expérience II C. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,6	1,3	1,4	1,3	1,5	1,4
11-12 ans	0,4	0,7	1,1	1,4	1,5	1,4
Adultes	0,9	0,8	1,1	1,2	1,5	1,4

c) *Expérience III C (direction inclinée).*

Résultats numériques et constatations.

Selon le tableau 39 dans lequel figurent les erreurs systématiques de l'expérience III C pour les 3 âges examinés, l'allure des courbes est la même pour tous les âges. Pour tous les âges les résultats accusent une plus grande régularité par rapport à la relation entre A et A' qui domine les déformations de A. Les résultats, dans l'ensemble, montrent que

TABLEAU 39.

Expérience III C. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—3,0	—2,5	—0,3	+2,0	+2,4	+2,3
11-12 ans	—2,5	—4,4	—2,6	—0,05	+1,9	+1,5
Adultes	0,0	—3,0	+0,3	+2,0	+4,6	+3,8

TABLEAU 40.

Expérience III C. Les minima et les maxima en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+5,0)	(+2,5)	(+5,0)	(—3,7)	(—2,0)	(0,0)
	—15	—10	—5,0	+6,2	+8,0	+5,8
11-12 ans	(+5,0)	(—2,5)	(+1,7)	(+2,0)	(+0,4)	(—3,0)
	—5,0	—8,0	—6,0	—4,5	+4,8	+7,5
Adultes	(+10,0)	(+7,5)	(+8,3)	(—3,7)	(+1,0)	(0,0)
	—5,0	—7,5	—8,3	+7,5	+10,0	+8,3

dans la direction inclinée des lignes, les déformations de A sont assez stables en fonction de l'âge (voir fig. 29). Les maxima et les minima (tableau 40) confirment les moyennes des erreurs systématiques, c'est-à-dire que chaque moyenne se situe à peu près à égale distance du maximum et du minimum du groupe d'erreurs auquel elle appartient. D'autre part les maxima et les minima évoluent de façon identique à tous les âges.

Enfin, comme dans les expériences précédentes, les écarts types évoluent presque de la même façon à tous les âges (tableau 41).

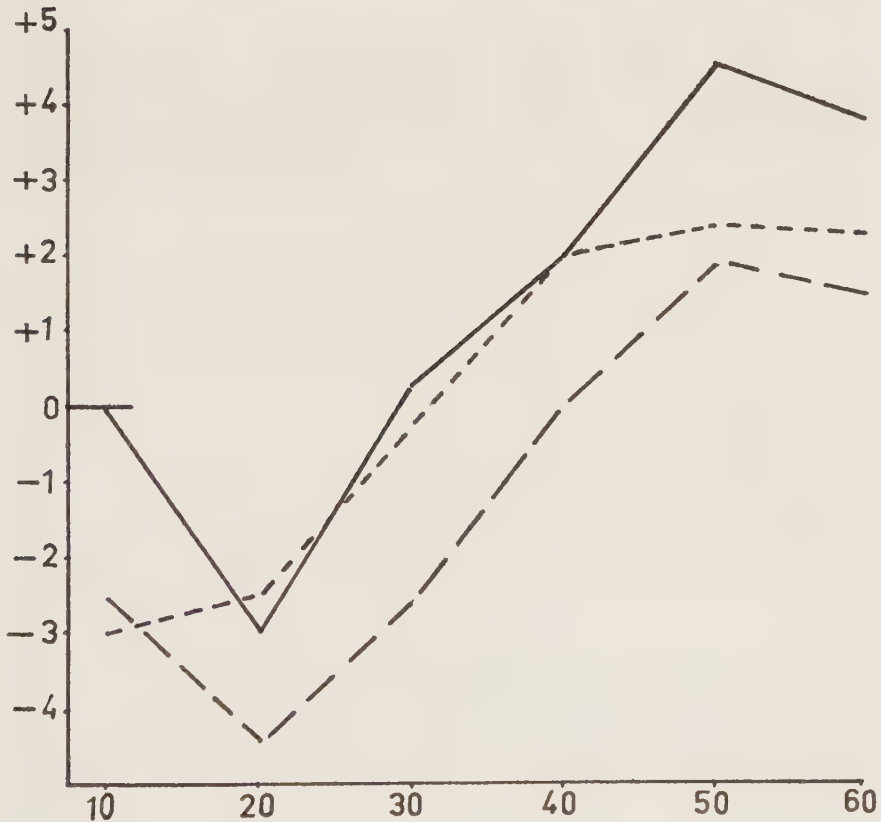


Fig. 29. — Expérience III C. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-2 ans — — — — Adultes

TABLEAU 41.

Expérience III C. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,5	1,0	0,9	1,1	1,6	1,0
11-12 ans	0,3	0,4	0,7	0,7	1,0	1,3
Adultes	0,5	1,0	1,5	1,1	1,6	1,5

En résumé l'étude génétique des expériences I C, II C et III C nous permet de conclure que les déformations de A restent qualitativement les mêmes au cours du développement. La seule modification notable en fonction de l'âge est que les courbes des erreurs systématiques deviennent de plus en plus régulières. Enfin, en tenant compte de l'ensemble des résultats, on peut conclure qu'avec l'âge les déformations de A tendent à diminuer.

B. Les déformations de B en rapport avec la variation de longueur de A.

a) Expérience IV C (direction verticale).

Résultats numériques et constatations.

Comme on peut le constater selon les données du tableau 42, les déformations de B sont à tout âge à peu près inverses de celles de A.

TABLEAU 42.

Expérience IV C. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément B (70 mm).

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+1,0	+0,4	+0,3	+0,2	-2,0	-1,6
11-12 ans	+0,4	-0,2	-0,7	-1,4	-1,6	-1,1
Adultes	+0,5	+0,2	-0,9	-1,2	-1,8	-1,0

A la sous-estimation de A correspond, en général, la surestimation de B. Inversement à la surestimation de A correspond la sous-estimation de B. Autrement dit, lorsque A est plus grand que A', ce dernier est déva-

lué et contracte la ligne B , tandis que A' étant valorisé dans le cas où $A < A'$ allonge la ligne B (voir fig. 30). Les maxima et les minima (tableau 43) ainsi que les écarts types (tableau 44) évoluent de la même façon de l'enfant à l'adulte.

TABLEAU 43.

Expérience V C. Minima et maxima en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(-0,7) +2,8	(0,0) +1,4	(-0,7) +0,7	(0,0) +1,4	(-1,4) -4,2	(0,0) -5,0
11-12 ans	(-2,0) +2,8	(+1,4) -4,2	(+1,4) -2,8	(0,0) -5,0	(0,0) -3,6	(+1,4) -3,6
Adultes	(-2,4) +2,9	(-1,4) +2,3	(0,0) -2,8	(0,0) -5,0	(-0,7) -5,0	(-0,7) -4,2

TABLEAU 44.

Expérience IV C. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	1,0	0,3	0,4	0,3	1,2	1,1
11-12 ans	1,3	1,2	1,0	1,2	0,8	1,1
Adultes	1,7	0,9	0,6	1,0	0,8	0,8

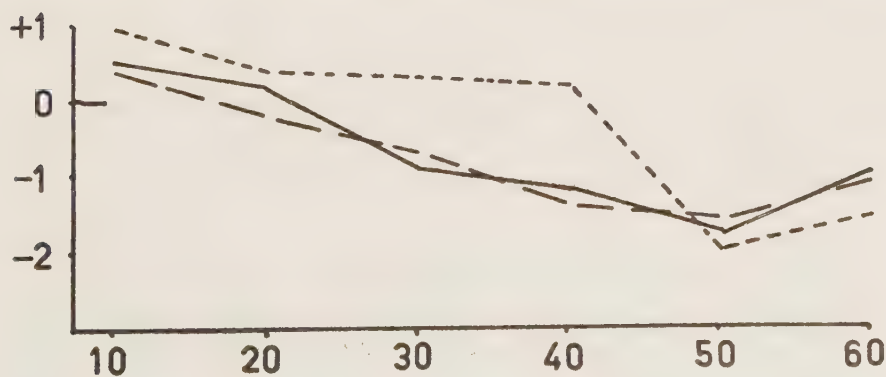


Fig. 30. — Expérience IV C. En abscisses la valeur de B en rapport avec les diverses valeurs de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-12 ans — — — — Adultes

b) *Expérience V C (direction horizontale).*

Résultats numériques et constatations.

Les déformations de *B*, comme on peut le constater selon le tableau 45, sont, dans cette expérience où les lignes sont horizontales, du même genre que dans l'expérience précédente. L'allure des courbes est la même pour tous les âges, de sorte qu'on peut voir nettement que les déformations de *B* restent qualitativement invariables. Une légère diminution quantitative des déformations et une augmentation de régularité de ces dernières est à constater au cours du développement (voir fig. 31). Les minima et les maxima ainsi que les écarts types évoluent presque de la même façon à tous les âges (tableaux 46 et 47). Les écarts types augmentent, pour chaque âge, avec l'augmentation de la longueur de *A*.

TABLEAU 45.

*Expérience V C. Moyennes des erreurs systématiques
en % de l'élément B (70 mm).*

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+2,1	+1,6	—1,4	—0,8	—3,0	—2,3
11-12 ans	+0,1	—0,1	—0,6	—1,0	—1,7	—1,5
Adultes	+1,7	+1,5	0,0	—0,3	—1,0	—2,0

TABLEAU 46.

Expérience V C. Minima et maxima en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(—2,8)	(—2,8)	(+3,6)	(+1,4)	(—0,7)	(+0,7)
	+8,6	+7,8	—5,0	—4,3	—5,7	—7,1
11-12 ans	(—0,3)	(+1,7)	(+0,7)	(—0,7)	(+0,3)	(+0,8)
	+1,7	—1,7	—2,3	—3,7	—5,4	—6,0
Adultes	(—2,1)	(—2,8)	(—3,6)	(+7,1)	(+5,0)	(+5,0)
	+8,6	+6,4	+3,6	—5,0	—6,4	—8,6

TABLEAU 47.

Expérience V C. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	2,1	1,9	1,5	1,1	0,6	1,5
11-12 ans	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,7
Adultes	1,8	2,3	2,3	2,7	2,2	2,6

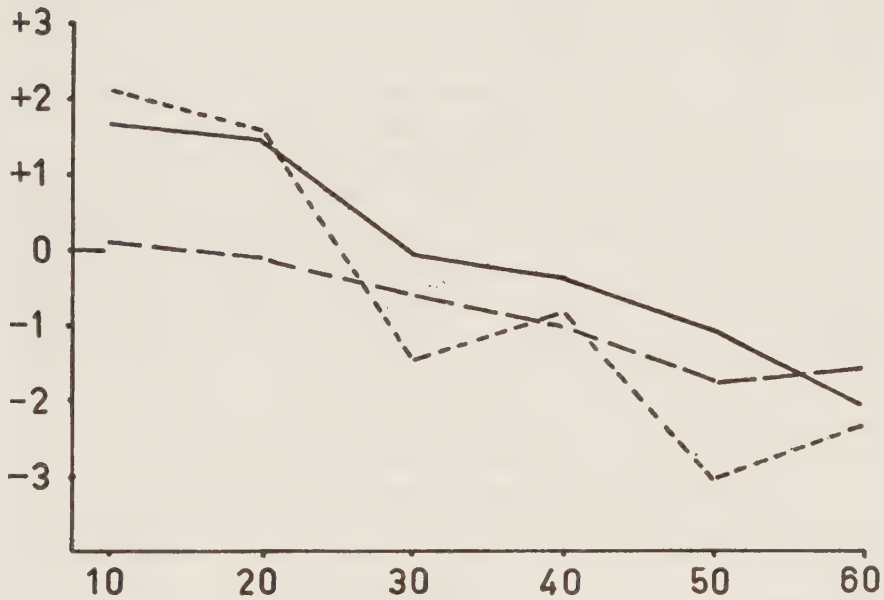


Fig. 31. — Expérience V C. En abscisses la valeur de B en rapport avec les diverses valeurs de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-12 ans — — — — Adultes

L'étude génétique des déformations de B montre que les déformations de cette ligne en rapport avec la variation de la longueur de A restent qualitativement les mêmes avec l'âge. D'autre part ces résultats montrent qu'une légère diminution des déformations de B et une plus grande régularité au sein de ces déformations sont à constater avec l'augmentation de l'âge, soit de l'enfant à l'adulte. L'évolution des erreurs est identique dans les deux directions verticale et horizontale des lignes.

C. Effet de la distance A-B sur la déformation de A.

a) Expérience VI C (direction verticale).

Résultats numériques et constatations.

Les tableaux 48, 49 et 50 montrent qu'en augmentant progressivement la distance entre A et B, les déformations de A, qui dépendaient primitivement de la relation entre A et A' (selon laquelle A est sous-estimé quand $A < A'$ et surestimé quand $A > A'$), dépendent à une plus grande distance de la relation entre B et A', de ce fait A' est dévalorisé, A est valorisé et B est dévalorisé.

TABLEAU 48.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 12 mm
Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	-1,0	-4,0	-3,0	-1,0	+0,2	-0,6
11-12 ans	-3,0	-2,0	-0,6	+0,2	+1,0	+0,8
Adultes	-2,0	-0,2	-0,1	-2,5	+0,4	+0,1

TABLEAU 49.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 20 mm
Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+2,0	-0,2	+0,3	+1,5	+2	+1,6
11-12 ans	+2,0	+2,0	+1,0	+1,0	+1,2	+1,8
Adultes	-1,0	-1,5	+0,3	-0,1	+1,8	+0,5

TABLEAU 50.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 28 mm
Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+3,0	+1,5	+0,1	+1,5	+2,0	+2,1
11-12 ans	+2,0	+2,0	+2,0	+1,7	+1,4	+1,7
Adultes	+0,5	+1,5	+1,7	+2,5	+2,2	+2,0

TABLEAU 51.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 28 mm. Minima et maxima en % de A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+5,0) —5,0	(+7,5) —10,0	(+1,7) —11,7	(+2,5) —7,5	(—5,0) +3,0	(+1,7) —2,5
11-12 ans	(+5,0) —5,0	(+1,0) —7,5	(+1,7) —5,0	(—3,7) —3,7	(—1,0) +2,0	(—0,8) +2,5
Adultes	(+5,0) —5,0	(+7,5) —7,5	(+6,7) —3,3	(+5,0) —5,0	(—2,0) +2,0	(—2,0) +3,3

TABLEAU 52.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 20 mm. Minima et maxima en % de A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(—10,0) +10,0	(+2,5) —5,0	(—3,3) +5,0	(—1,2) +10,0	(0,0) +8,0	(—0,8) +9,2
11-12 ans	(—5,0) +10	(—2,5) +7,5	(—3,3) +5,0	(—1,2) +3,7	(—1,0) +3,0	(+0,3) +4,1
Adultes	(+5,0) —5	(+5,0) —7,5	(—1,7) +5,0	(—5,0) +3,7	(0,0) +10,0	(—0,8) +4,0

TABLEAU 53.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 28 mm. Minima et maxima en % de A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(—5,0) +10,0	(—2,5) +7,5	(—5,0) +8,3	(—1,2) +4,2	(—1,0) +5,0	(—0,8) +5,8
11-12 ans	(0,0) +5,0	(0,0) +5,0	(—1,7) +6,7	(0,0) +2,5	(0,0) +5,0	(0,0) +3,3
Adultes	(—5,0) +10	(—7,5) +10	(—3,3) +8,3	(—1,2) +8,7	(—3,0) +10,0	(0,0) +5,8

TABLEAU 54.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 12 mm. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,4	1,0	1,3	1,2	1,2	1,0
11-12 ans	0,3	0,4	0,6	0,9	0,4	0,7
Adultes	0,4	0,9	0,8	1,2	0,7	1,1

TABLEAU 55.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 20 mm. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,6	0,6	0,7	1,3	1,1	1,6
11-12 ans	0,5	0,6	0,9	0,8	0,6	0,8
Adultes	0,4	0,7	0,6	1,4	1,6	0,9

TABLEAU 56.

Expérience VI C. Distance entre A et B = 28 mm. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,5	0,8	1,0	0,6	1,0	1,4
11-12 ans	0,3	0,3	0,8	0,3	0,8	0,7
Adultes	0,4	1,2	1,1	1,5	2,1	1,6

De l'ensemble des erreurs systématiques on peut tirer cette conclusion que l'évolution des déformations allant de la relation entre A et A' à celle de la relation entre B et A' est la règle pour tous les âges. Sauf les irrégularités partielles des courbes, surtout pour les distances intermédiaires (12 à 20 mm), aucune modification génétique ne trouble les déformations de A qui coïncident à tous les âges (et à courte distance entre A et B) avec la relation entre A et A' et concordent à tous les âges également (mais avec une plus grande distance entre A et B) avec la relation entre B et A' (voir fig. 32, 33 et 34).

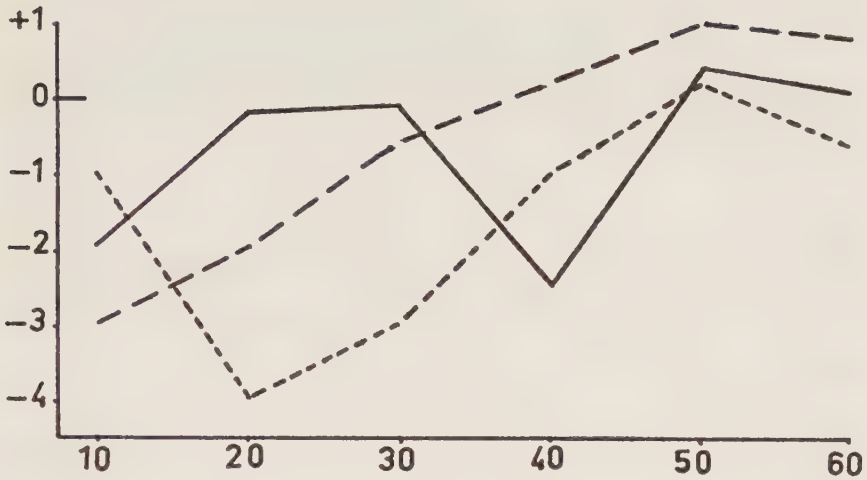


Fig. 32. — Expérience VI C. Distance $A - B = 12$ mm. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-2 ans — — — — Adultes

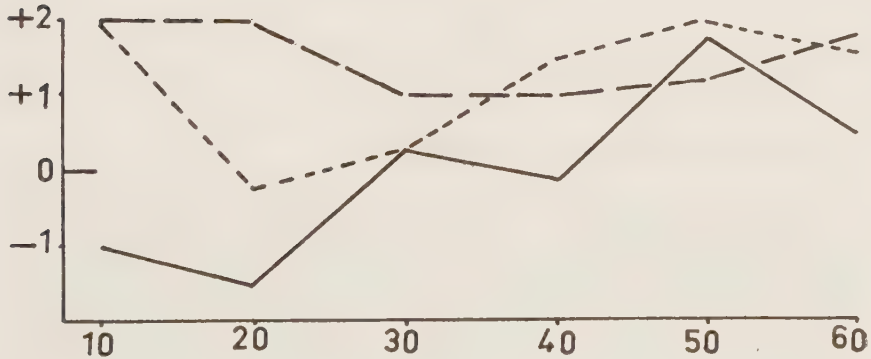


Fig. 33. — Expérience VI C. Distance $A - B = 20$ mm. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-2 ans — — — — Adultes

Les tableaux 51, 52 et 53 indiquent que les minima et les maxima évoluent d'une façon identique à tous les âges. Ces résultats indiquent qu'en général les moyennes algébriques des erreurs systématiques se situent à égale distance du maximum et du minimum du groupe d'erreurs auquel elles appartiennent. Quant aux écarts types des erreurs (tableaux 54, 55 et 56), leur évolution est stable à tous les âges et pour toutes les distances entre *A* et *B*.

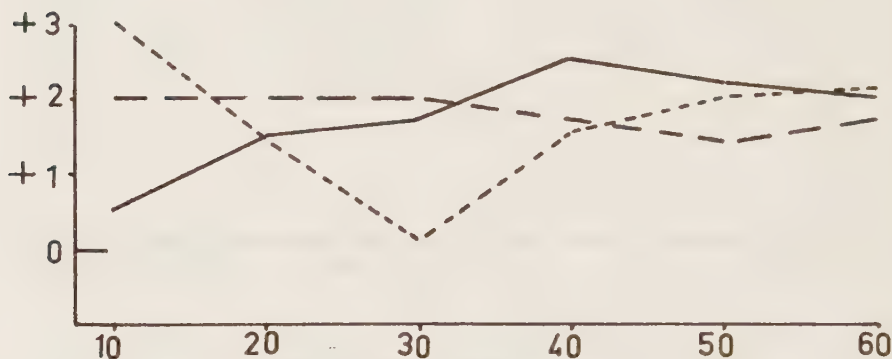


Fig. 34. — Expérience VI C. Distance *A* - *B* = 28 mm. En abscisses la valeur de *A* (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-2 ans — — — — Adultes

b) Expérience VII C (direction horizontale).

Résultats numériques et constatations.

Semblables à l'expérience VIC, les erreurs systématiques de cette expérience, dans laquelle les lignes sont horizontales (voir les tableaux 57, 58 et 59), démontrent qu'avec l'augmentation de la distance, les déformations de *A*, qui dépendaient primitivement de la relation entre *A* et *A'* évoluent en général et dépendent, à une plus grande distance, de la relation entre *B* et *A'*. Cette évolution s'accomplit moins rapidement (c'est-à-dire à une plus grande distance entre *A* et *B*) en fonction de l'âge. Chez les sujets de 5-6 ans, il suffit d'une distance de 20 mm pour que la relation entre *A* et *A'* soit remplacée par celle entre *B* et *A'*, alors que, dans cette position horizontale des lignes, les adultes persistent à percevoir la ligne *A* déformée selon la relation entre *A* et *A'* (voir fig. 35, 36 et 37). En ce qui concerne les maxima, les minima et les écarts types des erreurs, leur évolution est la même que celle de l'expérience précédente.

TABLEAU 57.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 12 mm
Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	-2,0	-1,5	-1,3	+3,2	+3,8	+3,1
11-12 ans	-4,0	-4,0	-2,0	+0,2	+1,6	+2,3
Adultes	-4,0	-2,5	-2,3	+0,1	+1,0	+1,0

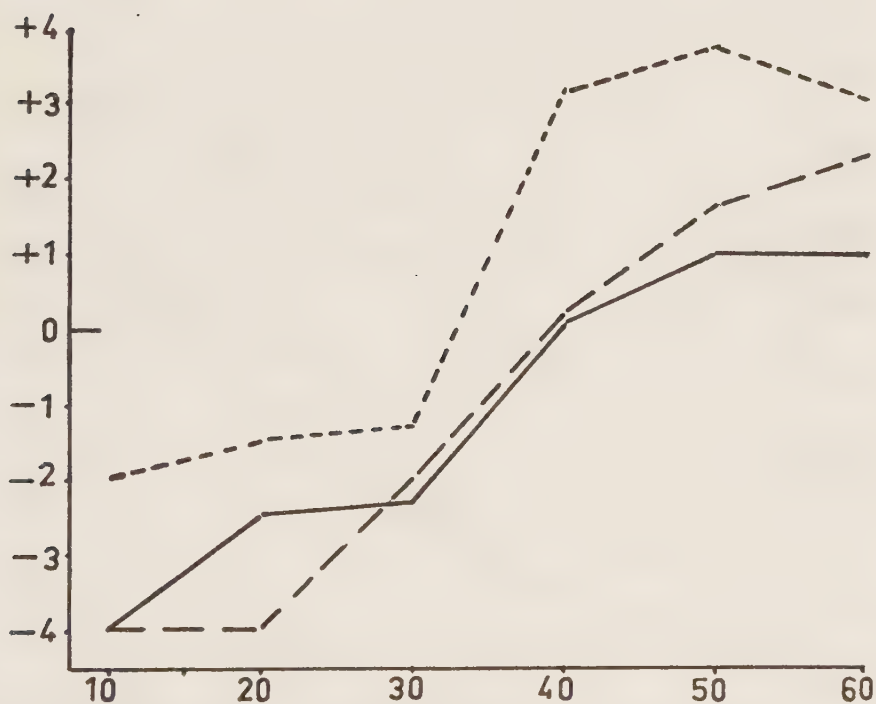


Fig. 35. — Expérience VII C. Distance de A - B = 12 mm. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-12 ans — — — — Adultes

TABLEAU 58.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 20 mm
Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+3,0	+0,5	+2,0	+3,0	+4,6	+4,5
11-12 ans	-1,0	-1,5	-1	-0,2	+1,8	+2,8
Adultes	-3,0	-2,0	-1,6	+1,2	+2,2	+3,6

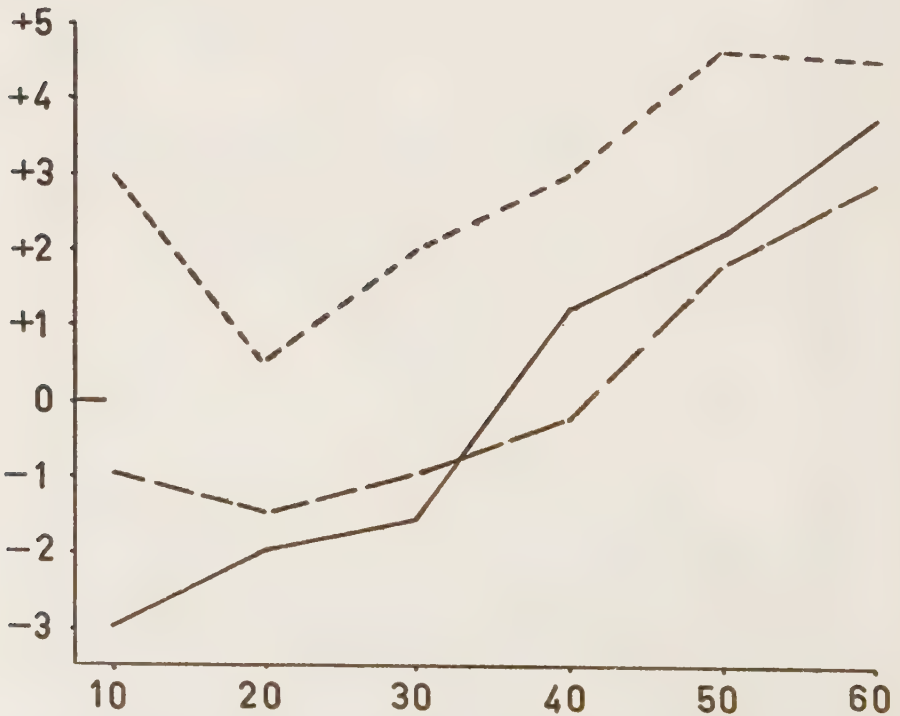


Fig. 36. — Expérience VII C. Distance A - B = 20 mm. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-12 ans — — — — Adultes

TABLEAU 59.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 28 mm
Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+1,0	+0,5	+2,0	+1,7	+0,8	+1,3
11-12 ans	+0,5	+0,5	+1,3	+1,0	+1,0	+0,8
Adultes	-3,0	-2,5	-0,2	+0,2	+0,6	+1,0

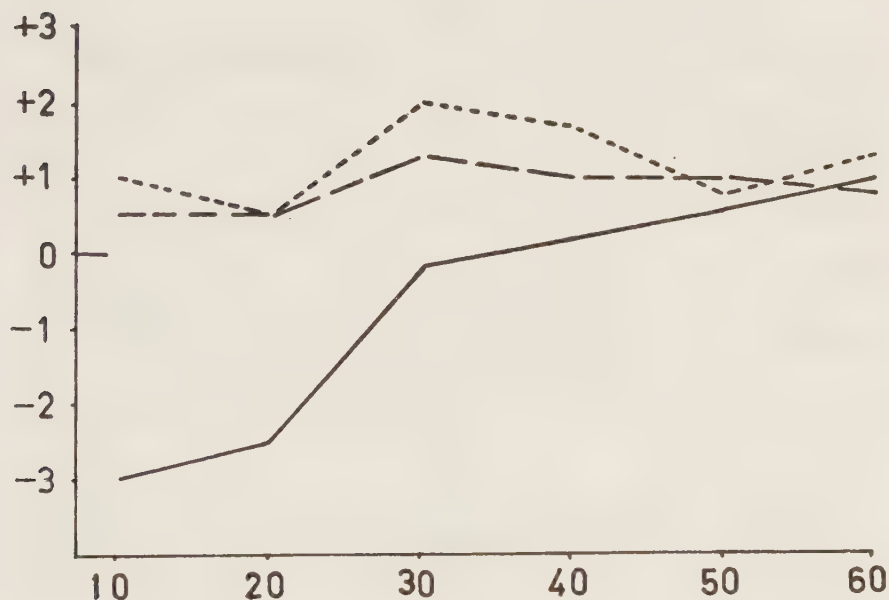


Fig. 37. — Expérience VII C. Distance A - B = 28 mm. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 11-12 ans — — — — Adultes

TABLEAU 60.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 28 mm. Minima et maxima en % de A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+5,0) —10,0	(+2,5) —7,5	(+5,0) —6,7	(—2,5) +8,7	(+1,0) +11,0	(0,0) +8,3
11-12 ans	(+5,0) —10,0	(+2,5) —7,5	(+1,7) —5,0	(—3,7) +2,5	(—1,0) +5,0	(+0,8) +4,2
Adultes	(0,0) —10,0	(+2,5) —10,0	(+1,7) —5,0	(—5,0) +6,2	(—2,0) +5,0	(—0,8) +3,3

TABLEAU 61.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 12 mm. Minima et maxima en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(—5,0) +15,0	(—5,0) +7,5	(—3,0) +8,3	(—2,5) +8,7	(—2,0) +10,0	(—1,7) +9,1
11-12 ans	(+10,0) —5,0	(+7,5) —7,5	(+1,7) —8,3	(+1,2) —3,7	(—1,0) +5,0	(+0,8) +5,8
Adultes	(0,0) —10,0	(0,0) —10,0	(+5,0) —8,3	(—5,0) +6,2	(—4,0) +11,0	(—1,7) +9,1

TABLEAU 62.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 20 mm. Minima et maxima en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(—10,0) +10,0	(—7,5) +10,0	(—5,0) +5,0	(—3,7) +6,2	(—3,0) +7,2	(—1,7) +6,7
11-12 ans	(—5,0) +5,0	(—2,5) +5,0	(—3,3) +6,7	(—3,7) +7,5	(—2,0) +4,0	(—0,8) +4,1
Adultes	(+5,0) —5,0	(0) —7,5	(+3,3) —3,3	(—5,0) +2,5	(—2,0) +4,0	(—0,8) +3,3

TABLEAU 63.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 12 mm. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,5	0,6	1,2	1,3	1,4	1,5
11-12 ans	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	1,2
Adultes	0,4	0,7	0,8	1,1	1,2	0,7

TABLEAU 64.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 20 mm. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,6	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7
11-12 ans	0,4	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0
Adultes	0,4	0,6	1,2	1,4	2,1	1,9

TABLEAU 65.

Expérience VII C. Distance entre A et B = 28 mm. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,7	1,1	0,8	1,2	1,4	1,6
11-12 ans	0,4	0,5	1,1	1,4	1,0	0,9
Adultes	0,3	1,1	0,7	0,9	1,1	0,7

En résumé, les résultats génétiques des expériences VIC et VII C montrent que les déformations de A évoluent, en fonction de distance, de la même façon au cours de développement. Ces déformations qui dépendaient primitivement (une courte distance entre A et B) de relation entre A et A', dépendent (lorsqu'on augmente cette distance entre A et B) de relation entre B et A'. Ainsi A, étant au début sous-estimé quand $A < A'$ et surestimé quand $A > A'$, devient à une plus grande distance toujours surestimé, quelle que soit sa longueur.

§ 2. CONSTATATIONS ET DISCUSSION.

En parcourant les résultats que nous venons d'exposer, nous pouvons faire une série de constatations relatives à ces résultats sans mentionner pour le moment les différences qui les séparent une fois qu'ils sont étudiés sous l'angle de développement mental des sujets. Ces constatations se résument aux points suivants :

a) A tous les âges et pour toutes les expériences, les déformations restent qualitativement invariables, autrement dit à tous les âges ce sont les mêmes mécanismes qui régissent les déformations des éléments de nos figures. Les courbes annexes de chaque tableau génétique représentent l'évolution de l'erreur systématique pour chaque âge, en fonction des différentes variations introduites dans les figures ; elles ont la même allure, en général, quel que soit l'âge des groupes examinés.

b) Les erreurs systématiques dépendant de la relation entre A et A' vont des valeurs négatives aux positives lorsque les déformations sont mesurées sur l'élément A . Le sens négatif — positif de déformation est déterminé par le sens de l'augmentation de longueur des mesurés, soit du plus court au moins court. Le sens des déformations est inverse lorsque celles-ci sont mesurées sur l'élément B . Ainsi la déformation des deux éléments A et B varie en fonction d'un double changement de longueur de A et de A' et cela est valable dans tous les cas où on ne fait pas intervenir le facteur de distance éliminant l'action de relation entre A et A' sur les éléments des figures.

c) La question d'orientation des lignes n'est qu'un problème d'ordre secondaire et les déformations ont la même allure dans les trois directions des lignes : horizontalité, verticalité et inclinaison de 45° . Ainsi en changeant la direction des lignes, rien ne trouble l'effet des facteurs créant la déformation et les lois régissant ces dernières. Cette constatation est valable pour tous les âges.

d) Dans toutes les expériences où le problème de distance est présent, l'illusion varie en fonction de ce facteur et on voit qu'à tous les âges, en augmentant la distance entre A et B , l'action de relation entre A et A' va en diminuant et s'annule. A partir de là, c'est la relation entre B et A' qui dominera les déformations de A et ce dernier sera surestimé dans toutes ses valeurs. Cette évolution est plus rapide dans la direction verticale des lignes que dans leur direction horizontale. Elle se réalise plus rapidement également lorsque les sujets sont plus jeunes.

Modifications des résultats en fonction de l'âge.

Constatons maintenant les modifications qui peuvent provenir en fonction de l'âge.

a) La grandeur de déformation (positive et négative) diminue, en général, avec l'âge. Pour une même valeur de A et pour une même échelle, on constate, de façon générale, une décroissance progressive au cours de développement mental. En comparant les maxima des déformations; on voit qu'ils sont plus forts chez les enfants de 5-6 ans que chez les adultes. Par exemple pour $A = 10$ mm on note chez les enfants de 5-6 ans une déformation de -8% pour l'expérience IIC et une déformation de -9% pour l'expérience IC, alors que chez l'adulte respectivement on ne trouve que -6% et -2% pour le maximum négatif de cette déformation. Signalons qu'il n'y a aucun déplacement notable des maxima au cours du développement mental. Quant au point nul de déformation, c'est-à-dire le passage du négatif au positif ou vice versa, on ne peut parler que de fluctuations, sans pouvoir observer un déplacement progressif de ce point dans un sens ou dans un autre.

b) L'examen génétique des déformations de A (en particulier dans les expériences IC, IIC et IIIC) démontre qu'il y a de moins en moins d'écart entre les valeurs expérimentales relatives aux différentes longueurs de A , au fur et à mesure de l'augmentation de l'âge des sujets. Autrement dit, avec l'âge, les courbes de déformations sont de moins en moins élevées avec, en particulier, des maxima moins brusques et plus équilibrés. Par exemple, dans les résultats de l'expérience IIC, la courbe des déformations de A est pour tous les points plus forte et possède des points plus saillants chez les enfants de 5-6 ans que chez les adultes.

c) L'affaiblissement et l'annulation de relation entre A et A' et la dominance progressive de relation entre B et A' en fonction de distance (exp. VIC et VIIC) se réalisent plus rapidement, c'est-à-dire à une moins grande distance entre A et B , chez les enfants, en particulier ceux de 5-6 ans, que chez l'adulte. Par exemple, dans l'expérience VII C, chez les enfants de 5-6 ans la courbe des déformations de A ne coïncide plus avec la relation entre A et A' , à une distance de 20 mm entre A et B , mais avec celle entre B et A' , tandis que chez les adultes les déformations coïncident encore, mais plus faiblement, avec la relation primitive entre A et A' à une distance de 28 mm entre A et B . Cette avance des enfants sur les adultes est à noter aussi bien pour la direction verticale des lignes (exp. VIC) que pour la direction horizontale de ces dernières (exp. VII C).

§ 3. ESSAI D'INTERPRÉTATION.

Nous avons essayé au chapitre précédent d'interpréter les résultats établis sur les sujets de 11-12 ans, c'est-à-dire de caractériser les transformations perceptives inhérentes à nos figures en fonction de divers facteurs en jeu. En nous basant sur la loi des centrations relatives, nous avons tenté une formulation compatible avec la nature qualitative des

faits constatés. D'autre part nous avons vu combien ces transformations perceptives étaient différentes des transformations opératoires ou réversibles ; en effet la composition de ces rapports perceptifs n'est pas d'ordre additif mais constitue un système de facteurs interdépendants dont les effets ne peuvent être réduits aux lois d'un groupement réversible ; il n'y a pas non plus permanence des conditions de l'équilibre, mais déplacements de ces conditions en fonction des transformations non compensées du système. Nous ne reviendrons plus sur ces questions et maintenant nous essayerons par contre de saisir le sens de l'évolution de ces données perceptives avec l'âge.

Il y a tout d'abord un fait important à relever et qui se situe au premier plan des faits génétiques : quel que soit le rapport de grandeur entre A et A' , la déformation de nos lignes diminue dans la majorité des cas avec l'âge. Or, dire que l'erreur diminue de valeur avec l'âge c'est dire que les rapports de ressemblance et de différence tendent à se compenser toujours davantage ou, en d'autres termes, ces rapports tendent vers la réversibilité. On peut exprimer cette évolution en disant que la somme des transformations non compensées tend à diminuer avec l'âge. Il est évident que tant que la relation entre A et A' domine les transformations, il y a une erreur négative et une erreur positive, mais il y a avec l'âge une compensation progressive des ressemblances et des différences.

D'autre part, chez les petits la courbe de l'erreur présente en général de forts maxima (positif et négatif) avec une inclinaison rapide entre deux, alors que chez les grands cette courbe est de moins en moins inclinée et a des valeurs de moins en moins importantes pour des écarts plus importants entre A et A' . En traduisant ces faits dans le système des notions adoptées par Piaget, cela signifie que les déplacements d'équilibre sont toujours moins rapides, autrement dit que « les régulations sont d'autant plus efficaces que l'individu est plus développé ».

Il y a encore un fait important à signaler : la relation entre A et A' qui évolue et s'annule en fonction de distance est plus persistante chez l'adulte que chez l'enfant. Autrement dit, à une certaine distance chez les petits, en particulier chez ceux de 5-6 ans, cette relation n'exerce plus aucune action sur les déformations de certaines valeurs de A jusque-là sous-estimées et par conséquent elles sont surestimées, alors que ces mêmes valeurs à une même distance continuent à être sous-estimées chez l'adulte. Ce fait n'est pas en contradiction avec l'augmentation des dimensions des figures signalée par Piaget, qui a pour résultat de déplacer les maxima chez l'adulte. En effet, dans nos expériences VI C et VII C et dans un sens peu différent du fait mentionné ci-dessus, le maximum de distance entre A et B au cours duquel la relation entre A et A' exerce encore son action sur les déformations de A est plus fort chez l'adulte que chez l'enfant. Ce fait signifierait sans doute un élargissement relatif de la région centrale déformante avec l'âge. En effet les faits nous amènent à admettre que chez les enfants de 5-6 ans, il suffit d'introduire une moins grande distance entre A et B pour que l'action

de la relation entre A et A' s'annule, alors que chez les grands le champ perceptif au total et par conséquent la région centrale déformante étant plus large, une plus grande distance est nécessaire pour que cette relation soit annulée et remplacée par une autre.

Voici les principales transformations que nous avons pu constater pour ces déformations au cours du développement mental. Au total il y a une diminution progressive de toutes les transformations non compensées et, par conséquent, une augmentation des compensations ou régulations d'ordre correspondant.

IV

EXPÉRIENCES FAITES À L'AIDE DES VARIABLES ORDINAIRES

Pour étudier expérimentalement les déformations des figures géométriques planes, on emploie ordinairement des mesurants ou des variables sous forme de lignes simples. Mais au début de nos recherches nous avons constaté que les déformations de nos figures sont perçues différemment selon qu'on utilise des variables linéaires ou des variables formées par les côtés d'un carré (voir II § 4 expérience préliminaire). Cette constatation nous a suggéré l'idée de continuer nos expériences à l'aide des variables en carré et de réexaminer les figures une nouvelle fois en utilisant des variables linéaires, pour résoudre le problème des différences entre les résultats, différences qui proviennent de l'utilisation de ces deux sortes de mesurants.

On peut penser que, suivant le genre de variable qu'on emploie pour la mesure des déformations des éléments d'une figure, on peut être en présence d'une structure d'ensemble, englobant la variable utilisée, qui serait différente d'une structure d'ensemble formée avec la même figure et un autre genre de variable.

C'est dans ce but que nous réexaminons les déformations de nos figures, à l'aide des variables linéaires, concernant les trois points suivants :

1°) Les déformations de la ligne *A* (parallèle à la ligne *B* = 70 mm et distante d'elle de 4 mm) de longueur variable.

2°) Les déformations de la ligne *B* (toujours longue de 70 mm) en rapport avec les variations de la ligne *A*.

3°) Les déformations de la ligne *A* (fixée à 60 mm) en fonction de l'augmentation de distance entre cette ligne et la ligne *B* (70 mm).

Les expériences portent sur les sujets de 5-6 ans, 7-8 ans, 11-12 ans et adultes. Chaque âge est représenté par un groupe de 20 sujets.

§ 1. EXPOSÉ DES EXPÉRIENCES ET RÉSULTATS OBTENUS.

A. Les déformations de la ligne A.

a) Expérience 1 L (direction verticale).

1. — Matériel et technique.

Nous avons déjà exposé les figures et la technique de cette expérience (voir sous II, § 4 et fig. 4). Rappelons brièvement que *A* (distant de *B* de 4 mm) varie de 10 à 60 mm par une échelle de 10 en 10 mm. L'élément *B* est long de 70 mm et reste invariable. Les lignes *A* et *B* sont dans la direction verticale. La mesure porte sur les déformations des *A*. Les variables sont des simples droites ; elles sont présentées aux sujets à une distance de 90 mm de *A* et à droite de cette ligne.

Les sujets sont examinés par la méthode concentrique. Le jugement porte sur la variable. Le sujet est autorisé à donner les deux catégories de jugements : plus grand et plus petit.

Nous avons examiné 20 sujets pour chaque groupe d'âge.

2. — Résultats numériques et constatations.

Le tableau 66 indique les erreurs systématiques pour les différents âges. On peut constater selon ce tableau qu'à tous les âges les erreurs systématiques sont négatives, autrement dit la ligne *A* est sous-estimée dans toutes ses valeurs. Il semble qu'à part une forte sous-estimation de *A* (lorsqu'il est long de 10 cm) par les sujets de 5-6 ans, 7-8 ans et 11-12 ans, la sous-estimation de *A* est plus accentuée autour des valeurs de 30 et 40 mm, c'est-à-dire environ pour $A = B/2$. Cette allure des déformations des *A* sous forme d'une courbe en corbeille est nette chez les sujets adultes. D'autre part, en envisageant les résultats sous l'angle génétique, on voit que les erreurs systématiques tendent à diminuer quantitativement avec l'âge.

TABLEAU 66.

Expérience 1 L. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—7,5	—4,3	—3,7	—3,7	—1,9	—2,2
7- 8 ans	—8,0	—3,1	—4,7	—3,1	—2,0	—1,8
11-12 ans	—5,0	—3,2	—3,2	—3,4	—2,5	—2,2
Adultes	—2,2	—2,7	—3,7	—2,6	—2,0	—1,3

TABLEAU 67.

Expérience I L. Maxima et minima¹ en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,8 —25,0	1,0 —15,0	1,4 —16,7	1,7 —10,0	1,4 —8,0	1,7 —8,3
7- 8 ans	(+5,0) —15,0	(+5,0) —12,5	(+6,7) —16,7	(+2,5) —12,5	(+8,0) —10,0	(+5) —8,3
11-12 ans	(+5,0) —20,0	(+5,0) —10,0	(+3,3) —10,0	(+2,5) —7,5	(+2,0) —8,0	(+1,7) —6,7
Adultes	(+15) —10,0	(+2,5) —10,0	(0,0) —10,0	(0,0) —7,5	(+2,0) —8,0	(+6,7) —5,0

TABLEAU 68.

Expérience I L. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,8	1,0	1,4	1,7	1,4	1,7
7- 8 ans	0,6	1,0	1,6	1,7	2,0	2,0
11-12 ans	0,6	0,7	1,1	1,1	1,4	1,4
Adultes	0,6	0,6	0,8	1,1	1,4	1,4

Chez les adultes on voit que la ligne A tend à être de plus en plus sous-estimée lorsqu'elle va de 10 à 30 mm, par contre à partir de 40 mm jusqu'à 60 mm les erreurs systématiques vont en diminuant. Ainsi on peut considérer que l'influence de B sur A, lorsque B est plus long que A, a pour effet de dévaloriser A, mais d'autre part cette influence atteint son point maximal lorsque $A = B/2$ (voir fig. 38).

En ce qui concerne les maxima et les minima (tableau 67), ils confirment l'allure des courbes des erreurs systématiques et montrent que celles-ci ne sont pas le produit d'un jeu de hasard et qu'elles se situent en général à égale distance du maximum et du minimum du groupe d'erreurs auquel elles appartiennent. Quant aux écarts types de la distribution des erreurs systématiques (tableau 68), ils indiquent que la variabilité des sujets diminue très peu avec l'âge.

¹ Les minima sont indiqués entre parenthèses.

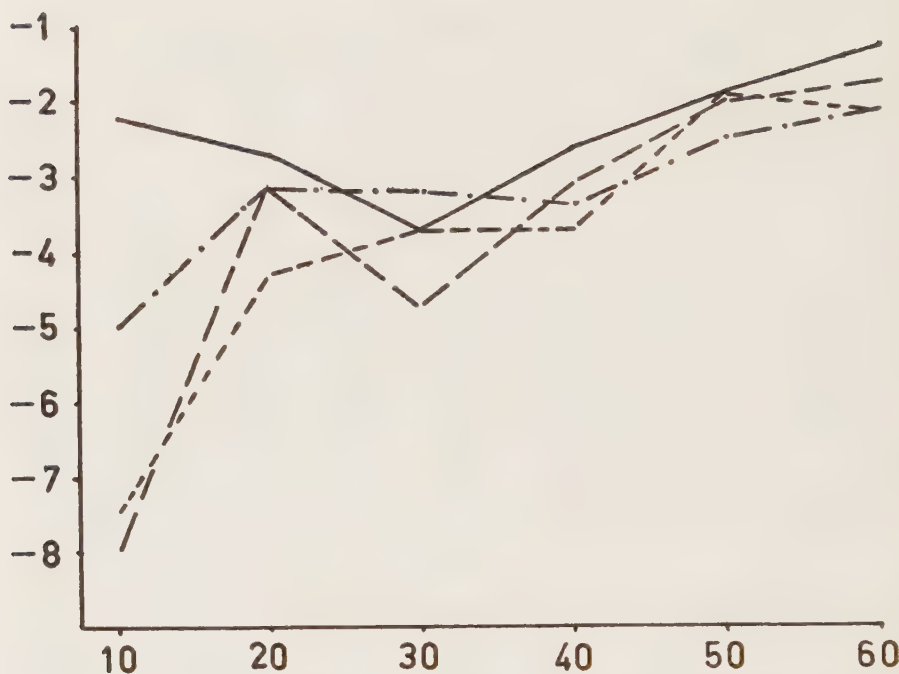


Fig. 38. — Expérience I L. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . — . — 11-12 ans — — — — Adultes

b) Expérience II L (direction horizontale).

1. — Matériel et technique.

Nous employons le même matériel que nous avons utilisé pour l'expérience II C. Le seul changement par rapport à l'expérience II C est que dans l'expérience II L nous utilisons des variables linéaires.

La méthode employée reste la même. Nous avons examiné 20 sujets par groupe d'âge. Les adultes sont les mêmes que ceux de l'expérience précédente, mais les enfants sont différents.

2. — Résultats numériques et constatations.

Le tableau 69, indiquant les erreurs systématiques de l'expérience II L, montre que la ligne A est déformée dans cette position horizontale de la même façon que dans la position verticale des lignes.

TABLEAU 69.

*Expérience II L. Moyennes des erreurs systématiques
en % de l'élément A.*

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,0	0,0	—0,8	—1,6	—1,1	—1,2
7- 6 ans	+3,3	+0,6	+1,5	0,0	+1,6	+0,9
11-12 ans	+3,2	—0,5	—2,2	—1,0	+0,9	—0,4
Adultes	+1,0	—0,1	—2,0	—1,1	+0,5	—0,1

TABLEAU 70.

Expérience II L. Maxima et minima en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+15,0)	(+12,5)	(+3,3)	(+7,5)	(+6,0)	(+3,3)
	—10,0	—7,5	—6,7	—7,5	—8,0	—8,3
7- 8 ans	(—5,0)	(—5,0)	(—3,3)	(—5,0)	(—4,0)	(—5,0)
	+10,0	+7,5	+6,7	+7,5	+8,0	+6,7
11-12 ans	(+10,0)	(+7,5)	(+3,3)	(+5,0)	(+6,0)	(+5,0)
	—5,0	—10,0	—10,0	—7,5	—6,0	—5,0
Adultes	(—10,0)	(+2,5)	(+6,7)	(+7,5)	(—6,0)	(+5,0)
	+10,0	—5,0	—10,0	—7,5	+6,0	—5,0

TABLEAU 71.

Expérience II L. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,7	0,9	0,8	1,4	1,8	1,9
7- 8 ans	0,4	0,7	0,8	1,6	1,2	2,3
11-12 ans	0,4	1,0	1,1	1,3	1,3	1,4
Adultes	0,5	0,5	1,3	1,5	1,5	1,4

En effet on peut voir selon ce tableau qu'à tous les âges les courbes des déformations de la ligne *A* a, en général, une forme de « corbeille » (concave). Cette allure reste presque la même pour tous les âges. D'autre part en ligne générale, l'erreur est positive pour $A = B/7$ et parfois $A = B/5$ ainsi que pour $A = B/16$ et parfois $A = B/14$. Mais *A* est sous-estimé surtout pour $A = 30$ mm ou $A = 40$ mm. Ainsi les déformations de *A* dans la direction horizontale sont de même genre que dans la direction verticale (voir fig. 39).

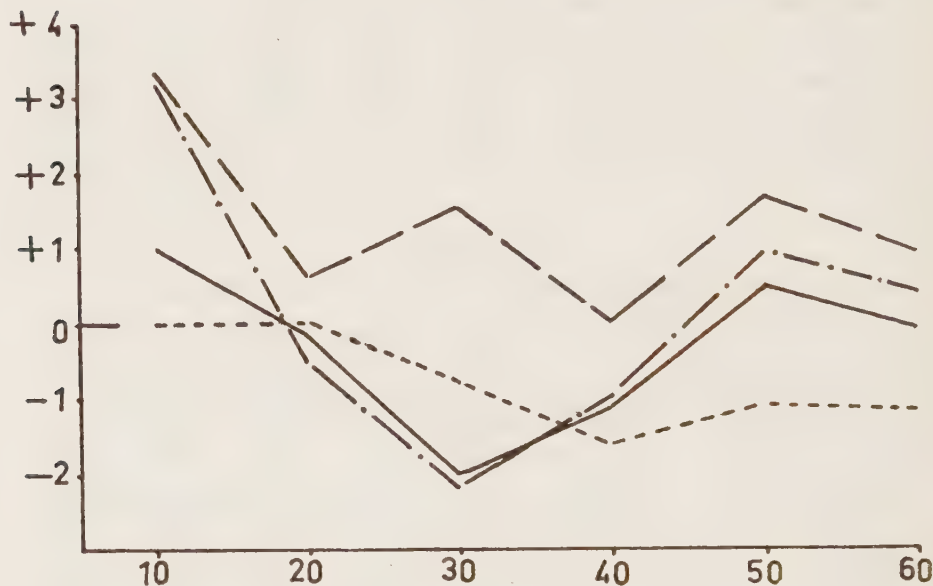


Fig. 39. — Expérience II L. En abscisses la valeur de *A* (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . . . — 11-12 ans — — — — Adultes

Les maxima et les minima confirment l'allure des courbes des erreurs systématiques (tableau 70). Les écarts types varient très peu avec l'âge (tableau 71).

c) Expérience III L (direction inclinée).

1. — Matériel et technique.

Le matériel de cette expérience ne diffère de celui de l'expérience III C que par le seul changement des variables.

La méthode utilisée est la même que dans les expériences précédentes. Le nombre des sujets examinés pour chaque groupe d'âge s'élève à 20. Les adultes sont les mêmes, mais les enfants sont de nouveaux sujets.

2. — Résultats numériques et constatations.

Le tableau 72 démontre qu'en général et comme dans les expériences précédentes (exp. I L et exp. II L) les déformations de A présentent en général une assez forte sous-estimation aux environs de $A = B/2$. Presque à tous les âges la courbe des déformations de A a la forme d'une « corbeille » (voir fig. 40). Ces résultats nous amènent à considérer que le facteur qui détermine les déformations de A dans la direction oblique est le même que celui intervenant dans l'expérience II L (direction horizontale) et à peu de chose près que celui qui crée les déformations de A dans la direction verticale des lignes (exp. I L).

TABLEAU 72.

Expérience III L. Les moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—0,5	—3,2	—0,7	+1,4	+1,7	+1,1
7- 8 ans	+2,0	—0,8	+1,7	—0,1	+2,0	+2,4
11-12 ans	+1,0	—2,7	—3,0	—1,5	—0,9	—1,6
Adultes	+1,0	—3,0	—1,0	+0,4	+1,7	+0,5

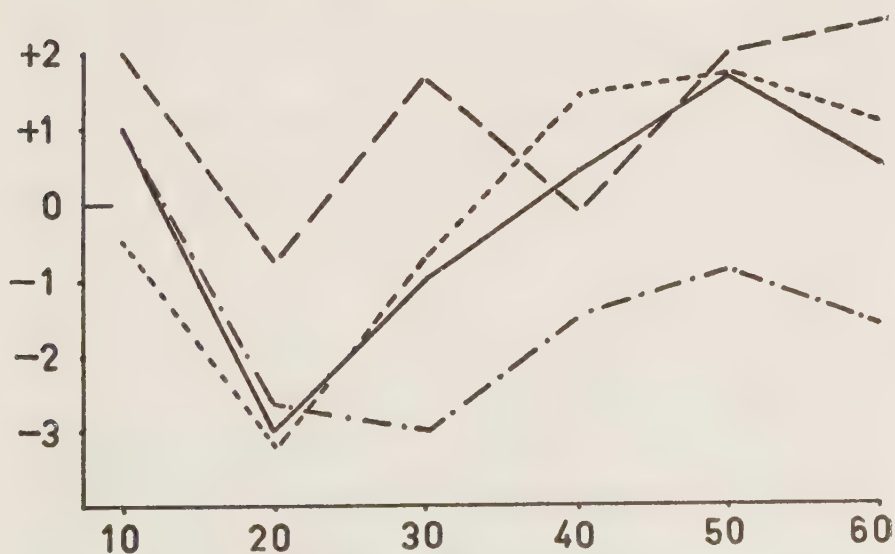


Fig. 40. — Expérience III L. En abscisses la valeur de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . . . — 11-12 ans — — — — Adultes

TABLEAU 73.

Expérience III L. Maxima et minima en % de A.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+15,0) —10,0	(+2,5) —10,0	(+6,7) —10,0	(—7,5) +10,0	(—6,0) +8,0	(—6,7) +8,3
7- 8 ans	(—5,0) +10,0	(+10,0) —10,0	(—6,7) +6,7	(+7,5) —7,5	(—4,0) +12,0	(—5,0) +8,3
11-12 ans	(—15,0) +15,0	(0,0) —7,5	(+3,3) —10,0	(+5,0) —7,5	(+6,0) —6,0	(+5,0) —5,0
Adultes	(—5,0) +10,0	(+5,0) —10,0	(+3,3) —10,0	(—7,5) +7,5	(—4,0) +8,0	(—3,3) +6,7

TABLEAU 74.

Expérience III L. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	0,5	0,6	1,2	1,6	1,8	2,1
7- 8 ans	0,4	0,9	1,3	1,8	2,0	2,5
11-12 ans	0,7	0,5	1,3	1,3	1,7	1,3
Adultes	0,5	0,8	1,1	1,7	1,5	1,4

Les maxima et les minima (tableau 73) ainsi que les écarts types des erreurs (tableau 74) évoluent de la même façon que dans l'expérience II L.

*
**

A la lumière des données obtenues par les trois expériences qui précèdent, on peut tirer les conclusions suivantes :

Les expériences I L, II L, III L nous permettent de constater que la ligne A est déformée suivant une structure d'ensemble de ce que nous avons constaté au cours des expériences I C, II C, et III C dans lesquelles nous nous sommes servi comme variables du côté du carré.

En effet, lorsque nous employons les côtés des carrés pour mesurer les déformations de A, cette ligne est dévaluée ou valorisée selon la relation entre A et A', ce qui nous donne une courbe allant de valeur négative (pour $A < A'$) à positive (pour $A > A'$). Mais en réexaminant les mêmes valeurs de A par des variables linéaires, nous voyons que

ce n'est plus la relation entre A et A' qui domine les déformations de A , mais plutôt la relation entre B et A qui intervient vraisemblablement au titre de facteur principal de déformation de A , puisque l'allure générale de nos courbes montre que A est déformé, en général, dans le sens négatif (sous-estimation). On peut penser que A est constamment en rapport avec B qui, étant plus long que A , est valorisé et a pour effet de dévaloriser A avec un maximum de sous-estimation pour $A = B/2$ environ.

B. La déformation de la ligne B en rapport avec la variation de longueur de A.

Dans les expériences I L, II L et III L la mesure portait sur les déformations de la ligne A ; il nous faut maintenant nous renseigner sur les déformations de la ligne B . Normalement, comme nous l'avons constaté précédemment dans les cas des variables en carré, on doit s'attendre à ce que la courbe des déformations de B soit inverse de celle des déformations de A . Voici ce que nous apportent les expériences sur cette ligne.

a) Expérience IV L (direction verticale).

1. — Matériel et technique.

Dans cette expérience nous employons les mêmes figures que nous avons utilisées pour l'expérience IV C avec cette différence qu'ici les variables sont linéaires.

La technique de l'expérience reste la même que dans les expériences précédentes. Le nombre des sujets examinés pour chaque groupe d'âge s'élève à 20. Aucun des sujets précédents n'a participé à cette expérience.

2. — Résultats numériques et constatations.

Le tableau 75 contenant les erreurs systématiques concernant la déformation de la ligne B dans la direction verticale montre que la ligne B est sous-estimée, quelle que soit la valeur de A . Cette déformation est assez stable pour B , en relation avec les différentes valeurs de A . On peut également constater que les erreurs systématiques diminuent quelque peu d'importance avec l'âge (de 7-8 ans à l'adulte).

Cette sous-estimation pose un problème délicat. Quel est le facteur qui crée une telle déformation ? En effet il est difficile d'admettre que B soit sous-estimé comme A , puisque dans les relations mutuelles entre les lignes celles-ci doivent normalement subir des effets compensatoires. Aucune des relations que nous avons invoquées jusqu'ici pour les déformations des éléments de nos figures (à savoir la relation entre A et A' , la relation entre B et A et la relation entre B et A' et la combinaison de ces rapports), ne coïncide avec nos données expérimentales. On peut

penser dans cette situation que ces résultats ne sont pas le produit d'un seul facteur ou d'une seule relation, mais, étant donné le genre de variable que nous employons et la figure d'ensemble qui en résulte, c'est le concours de plusieurs facteurs et effets concomitants qui a pour résultat de dévaloriser la ligne *B* dans tous les rapports qui s'établissent entre cette ligne et les différentes valeurs de *A* et de *A'*.

TABLEAU 75.

Expérience IV L. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—0,8	—0,7	—1,5	—1,0	—1,6	—1,1
7- 8 ans	—1,4	—2,2	—1,9	—2,2	—2,4	—2,2
11-12 ans	—0,5	—1,6	—0,3	—1,2	—0,8	—0,8
Adultes	—0,9	—1,8	—1,1	—1,7	—1,5	—1,1

TABLEAU 76.

Expérience IV L. Maxima et minima en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+4,3) —7,1	(+4,3) —7,1	(+4,3) —7,1	(+4,3) —7,1	(+4,3) —8,6	(+5,7) —8,6
7- 8 ans	(+1,4) —4,3	(+1,4) —4,3	(+1,4) —7,1	(+2,8) —7,1	(+1,4) —5,7	(+2,8) —10,0
11-12 ans	(+1,4) —4,3	(+2,8) —7,1	(+4,3) —4,3	(+4,3) —7,1	(+2,8) —4,3	(+2,8) —5,7
Adultes	(+1,4) —5,7	(0,0) —7,1	(+1,4) —7,1	(0,0) —5,7	(+2,8) —5,7	(+2,8) —5,7

TABLEAU 77.

Expérience IV L. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	1,9	2,4	2,3	2,4	2,6	2,7
7- 8 ans	1,3	1,3	1,5	1,7	1,4	2,4
11-12 ans	1,3	1,7	1,4	1,8	1,3	1,6
Adultes	1,0	1,3	1,5	1,3	1,3	1,5

En effet si l'on tient compte de la relation entre A et A' la ligne B doit être surestimée pour $A < A'$ et sous-estimée pour $A > A'$. Et si l'on tient compte de la relation entre B et A , et lorsqu'il est établi que selon cette relation A est sous-estimée, il faut s'attendre à ce que la ligne B soit surestimée, ce qui n'est pas le cas de nos résultats. Mais quelle que soit la part de ces deux relations que nous venons de mentionner, on peut aussi penser, sur la base des résultats obtenus, que la comparaison des variables linéaires avec la ligne B a pour effet de créer une situation de comparaison entre des rectangles de largeurs différentes. Dans ce cas la variable est surestimée en tant que le côté d'un rectangle très mince par rapport à B , considéré dans le cas particulier comme le côté d'un rectangle plus large dont les grands côtés sont formés par B et $A+A'$ et de ce fait même sous-estimé (fig. 41). En ce qui concerne les maxima et les minima (tableau 76), ils confirment l'allure des courbes des erreurs systématiques. Quant aux écarts types de la distribution des erreurs, ils diminuent de l'enfant à l'adulte. D'autre part à tout âge la variabilité des sujets augmente progressivement mais très légèrement avec l'augmentation de la valeur de A .

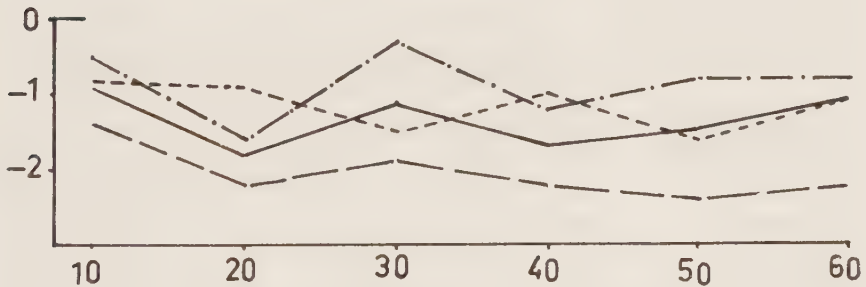


Fig. 41. — Expérience IV L. En abscisses la valeur de B en rapport avec les diverses valeurs de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . — . — 11-12 ans — — — — Adultes

b) Expérience IV L de contrôle.

1. — Matériel et technique.

Il s'agit de la reprise de l'expérience IV C de contrôle mais en utilisant des variables linéaires. Comme dans cette dernière les déformations de B y sont mesurées à l'aide des variables situées à gauche de l'étalon. La méthode est la même que dans les expériences précédentes. Le nombre des sujets examinés pour chaque groupe d'âge est de 20 (les adultes étant les mêmes que ceux de l'expérience précédente).

2. — Résultats numériques et constatations.

Selon le tableau 48 dans lequel figurent les erreurs systématiques de cette expérience, on peut constater que contrairement à l'expérience IV C les erreurs sont presque partout positives. Bien que les erreurs soient faibles, on peut admettre que la courbe des déformations de *B* constitue l'inverse de la courbe des déformations de *A* qui est dans le sens négatif (voir l'expérience I L). Ainsi à la sous-estimation de *A* correspond la surestimation de *B*.

Il nous semble que la différence entre cette expérience et l'expérience IV L réside dans le fait que la position des variables joue un rôle important dans la structure d'ensemble de cette figure. En effet, alors que dans l'expérience IV L lorsqu'on compare *B* avec des variables linéaires (à droite), celles-ci produisent des effets de rectangles très allongés, tandis que les éléments *B*, *A* et *A'* constituent à eux trois une figure rectangulaire dont les grands côtés *B* ou *A+A'* sont beaucoup moins valorisés. Dans l'expérience IV L de contrôle, où les variables sont à gauche, les effets de rectangles sont dans une large mesure écartés et cela permet à la ligne *B* d'être surestimée.

TABLEAU 78.

Expérience IV L de contrôle. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	+0,1	+0,6	+0,1	0,0	0,0	+1,9
7- 8 ans	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,1
11-12 ans	-0,1	+0,1	0,0	0,0	+0,1	+0,1
Adultes	+0,7	+0,3	+0,2	+0,1	+0,4	+0,4

TABLEAU 79.

Expérience IV L de contrôle. Maxima et minima en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(-2,8) +5,7	(-4,3) +5,7	(-4,3) +5,7	(-4,3) +5,7	(-4,3) +4,3	(-2,8) +7,1
7- 8 ans	(-2,8) +4,2	(-4,3) +5,7	(-4,3) +2,8	(+2,8) -4,3	(-4,3) +4,3	(-2,8) +4,3
11-12 ans	(+4,3) -4,3	(-4,3) +2,8	(-2,8) +2,8	(-2,8) +4,3	(-4,3) +2,8	(-4,3) +2,8
Adultes	(-2,8) +7,1	(-2,8) +7,1	(-4,3) +4,3	(-5,7) +4,2	(-4,2) +4,2	(-5,7) +5,7

TABLEAU 80.

Expérience IV L de contrôle. Ecarts types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	1,5	1,6	1,8	2,0	1,8	1,7
7- 8 ans	1,3	2,1	1,6	1,6	1,7	1,5
11-12 ans	1,5	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2
Adultes	1,5	1,6	1,3	1,6	1,4	2,0

Les maxima et les minima (tableau 79) ainsi que les écarts types des erreurs (tableau 80) évoluent, en général, comme dans l'expérience IV L.

c) *Expérience V L (direction horizontale).*

1. — *Matériel et technique.*

Les figures de cette expérience sont les mêmes que celles employées dans l'expérience V C, mais avec cette différence que nous utilisons maintenant des variables linéaires (de simples droites) pour mesurer les déformations de l'élément B.

La méthode est la même que dans les expériences précédentes. Le nombre des sujets examinés pour chaque groupe d'âge s'élève à 20 (les adultes sont les mêmes que ceux de l'expérience précédente).

2. — *Résultats numériques et constatations.*

Selon le tableau 1 dans lequel figurent les erreurs systématiques de l'expérience V L, nous pouvons constater que l'élément B est déformé de la même façon que dans l'expérience IV L. A tous les âges et quelle que soit la valeur de A parallèle à B, ce dernier est sous-estimé sans grand écart entre les résultats des différents rapports entre B et A. On peut constater, d'autre part, que les erreurs systématiques diminuent quantitativement, mais légèrement, de l'enfant à l'adulte.

TABLEAU 81.

Expérience V L. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	—1,0	—1,0	—2,3	—2,3	—2,7	—2,3
7- 8 ans	—1,1	—0,4	—2,0	—1,1	—1,4	—1,1
11-12 ans	—0,3	—0,1	—0,1	—0,7	—0,8	—0,6
Adultes	—0,35	—0,7	—0,3	—0,8	—1,1	—0,5

TABLEAU 82.

Expérience V L. Maxima et minima en % de l'élément B (70 mm).

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	(+4,3) —5,7	(+4,3) —10,0	(+5,7) —8,6	(+2,8) —10,0	(+4,3) —8,6	(+1,1) —7,1
7- 8 ans	(+4,3) —4,3	(+4,3) —4,3	(+2,8) —4,3	(+2,8) —4,3	(+2,8) —5,7	(+1,1) —5,7
11-12 ans	(+7,1) —7,1	(+4,3) —4,3	(+5,7) —4,3	(+4,3) —4,3	(+4,3) —8,6	(+5,7) —8,6
Adultes	(+1,1) —5,7	(0,0) —7,1	(+1,1) —7,1	(0,0) —5,7	(+2,8) —5,7	(+2,8) —5,7

TABLEAU 83.

Expérience V L. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Long. de A en mm	10	20	30	40	50	60
5- 6 ans	2,1	2,7	2,9	2,3	2,3	1,6
7- 8 ans	2,2	1,7	1,6	1,5	1,8	1,5
11-12 ans	2,5	2,0	2,4	2,4	2,1	2,7
Adultes	1,7	1,3	2,2	2,3	1,7	1,5

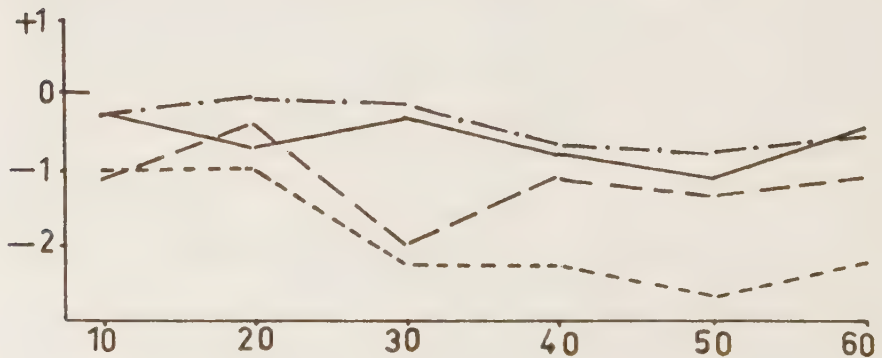


Fig. 42. — Expérience V L. En abscisses la valeur de B en rapport avec les diverses valeurs de A (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . — . — 11-12 ans — — — — Adultes

Ici encore, la sous-estimation de B ne peut pas être fondée sur un autre critère dominant que sur celui de la formation des rectangles. Les variables linéaires, comparées à B , produisent des effets de rectangles trop allongés par rapport à B qui est censé former le grand côté d'un rectangle (plus large que les variables et moins valorisé que ces dernières) dont le côté équivalent sera constitué par $A+A'$ (voir fig. 42).

Les maxima et les minima ainsi que les écarts types ne varient que très peu dans les limites des âges examinés. Il n'y a donc pour ainsi dire aucune évolution à signaler à propos de ces résultats (tableaux 82 et 83).

*
**

Sur la base des données obtenues par des expériences portant sur les déformations du segment B , nous pouvons conclure qu'en utilisant des variables linéaires et en comparant B à ces simples droites, celles-ci produisent des effets de rectangles très allongés, tandis que les éléments B , A et A' constituent à eux trois une figure rectangulaire dont les grands côtés B (ou $A+A'$) sont beaucoup moins valorisés. Ces effets dominent donc les déformations de B . Les résultats sont presque identiques dans les deux directions horizontale et verticale des lignes, quand les variables sont présentées à droite de l'étalon. Les effets de rectangles ne sont plus dominants quand, dans la direction verticale, on présente les variables à gauche de l'étalon (exp. IV C de contrôle).

C. Les déformations de A sous l'effet de l'écartement entre A et B.

Les résultats des expériences I L et II L concernant les déformations des A (distants de B de 4 mm) nous ont montré que A est sous-estimé par rapport à B suivant la relation $B > A$. Mais il nous faut savoir ce qui se produira lorsque la distance entre A et B augmentera. En augmentant la distance entre A et B , sera-t-on en présence des déformations de A subissant l'influence de la relation entre A et A' ou de celle entre B et A' , comme c'est le cas des expériences VI C et VII C ? Si cela devait se produire, ce sont les valeurs les plus élevées de A qui pourront nous renseigner, c'est-à-dire les valeurs à partir de $A > A'$. Pour vérifier ce problème et en même temps abréger les expériences, nous avons choisi la valeur de $A = 60$ mm et nous avons augmenté progressivement la distance entre A et B . Examinons maintenant le résultat de ces expériences.

a) Expérience VII (direction verticale).

1. — Matériel et technique.

Les deux lignes A (60 mm) et B (70 mm) sont dans la direction verticale. Nous écartons A et B selon les distances suivantes : 12, 20 et 40 mm. Les variables employées sont linéaires. La méthode utilisée est la même que dans

les expériences précédentes (méthode concentrique). Le nombre de sujets examinés par groupe d'âge est de 20. L'expérience porte sur les sujets de 5-6 ans, 7-8 ans, 11-12 ans. et des adultes universitaires.

2. — Résultats numériques et constatations.

Les erreurs systématiques concernant les déformations de *A*, au cours de l'augmentation de la distance entre *A* et *B*, qui figurent dans le tableau 84 démontrent que la ligne *A* est sous-estimée pour toutes les distances entre *A* et *B*. L'augmentation de la distance accentue légèrement, en ligne générale, cette sous-estimation. D'autre part on peut constater qu'une légère diminution quantitative des erreurs se produit en fonction de l'âge.

TABLEAU 84.

Expérience VI L. Moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A (60 mm).

Distance entre <i>A</i> et <i>B</i> (en mm)	12	20	40
5- 6 ans	—2,8	—3,5	—3,6
7- 8 ans	—2,5	—2,2	—1,5
11-12 ans	—2,3	—2,6	—3,5
Adultes	—0,8	—1,3	—2,3

TABLEAU 85.

Expérience VI L. Maxima et minima en % de l'élément A (60 mm).

Distance entre <i>A</i> et <i>B</i> en mm	12	20	40
5- 6 ans	(—1,6) —6,7	(—1,7) —10,0	(+1,7) —8,3
7- 8 ans	(+1,7) —8,3	(+1,7) —6,7	(+3,3) —6,7
11-12 ans	(—1,7) —5,0	(—0,8) —4,2	(—0,8) —8,3
Adultes	(0,0) —1,7	(0,0) —4,2	(—0,8) —5,0

TABLEAU 86.

Expérience VI L. Ecart types de la distribution des erreurs systématiques.

Distance entre A et B (en mm)	12	20	40
5- 6 ans	0,8	1,0	2,1
7- 8 ans	1,6	1,2	1,6
11-12 ans	0,5	1,0	1,2
Adultes	0,9	0,4	0,5

Que peut-on conclure des résultats consignés dans le tableau 84 ? Il semble que le facteur primitif des déformations de A ne change ni en fonction de la distance entre A et B, ni en fonction de l'âge. A est sous-estimé lorsqu'il est plus court que B. Autrement dit, la ligne B étant plus longue que A est valorisée et a pour effet de dévaloriser la ligne A et cela jusqu'à une distance de 40 mm entre A et B. Ainsi les déformations de A ne sont pas en rapport avec la différence A' qui joue un rôle important dans d'autres structures d'ensemble, comme celles qui se forment avec les variables en carré (voir fig. 43).

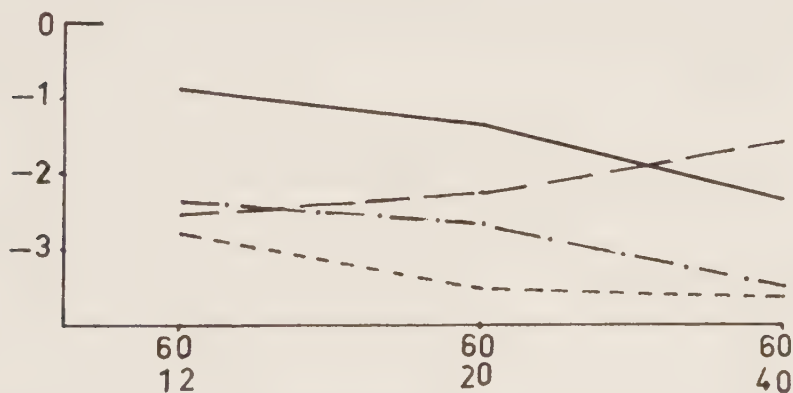


Fig. 43. — Expérience VI L. En abscisses la valeur de A (60 mm) en rapport avec la distance entre A et B (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . — . — 11-12 ans — — — — Adultes

Les maxima et les minima (tableau 85) diminuent avec l'âge. La variabilité des sujets diminue également avec l'âge, en particulier lorsqu'on augmente la distance entre A et B (tableau 86).

b) *Expérience VII L. (direction horizontale).*

1. — *Matériel et technique.*

Le matériel de cette expérience ne diffère de celui de l'expérience précédente (exp. VI L) que par la position des lignes. Dans cette expérience les lignes sont horizontales. Nous avons les mêmes valeurs de A et les mêmes distances entre A et B .

La méthode est la même que dans les expériences précédentes. Le nombre des sujets examinés pour chaque groupe d'âge s'élève à 20.

2. — *Résultats numériques et constatations.*

Le tableau 87 montre qu'en général, les erreurs systématiques concernant l'expérience VII L sont négatives. En effet le segment A qui à une courte distance entre A et B (exp. II L) est en général sous-estimé, continue de l'être toujours, au cours de l'augmentation de distance entre les deux éléments. Notons que $A = 60$ mm situé à l'extrémité de la courbe des déformations des différentes valeurs de A est surestimé chez les enfants de 7-8 ans lorsqu'il est distant de B de 4 mm. Cette surestimation, dans cette expérience, persiste chez le même groupe de sujets jusqu'à une distance de 20 mm. Mais à partir de cette distance A devient, comme pour les autres âges, sous-estimé. Cela signifie que la distance favorise la sous-estimation de A . Notons encore qu'avec l'âge les erreurs diminuent quantitativement.

TABLEAU 87.

Expérience VII L. Les moyennes des erreurs systématiques en % de l'élément A (60 mm).

Distance entre A et B (en mm)	12	20	40
5- 6 ans	—2,4	—2,2	—2,2
7- 8 ans	+0,5	+0,4	—0,8
11-12 ans	—1,1	—1,4	—0,4
Adultes	—0,2	—0,2	—0,5

Ainsi dans cette direction horizontale des lignes, les déformations de A sont identiques à celles de direction verticale des lignes (exp. VI L). A est déformé selon $B > A$. La valorisation de B a pour effet de dévaloriser A . Cette dévalorisation de A persiste jusqu'à une distance de 40 mm entre A et B (voir fig. 44).

TABLEAU 88.

Expérience VII L. Maxima et minima en % de l'élément A (60 mm).

Distance entre A et B (en mm)	12	20	40
5- 6 ans	(+1,7) —8,3	(+3,3) —8,3	(+1,7) —8,3
7- 8 ans	(—3,3) +5,0	(—5,0) +5,0	(+3,3) —5,0
11-12 ans	(+3,3) —5,0	(+3,3) —5,0	(+5,0) —5,0
Adultes	(+6,7) —6,7	(+3,3) —5,0	(+5,0) —5,0

TABLEAU 89.

*Expérience VII L. Ecart types de la distribution
des erreurs systématiques.*

Distance entre A et B (en mm)	12	20	40
5- 6 ans	1,8	2,0	1,6
7- 8 ans	2,0	1,6	1,4
11-12 ans	1,4	1,5	1,6
Adultes	1,7	1,3	1,3

Les données des tableaux 88 et 89 évoluent en général de la même façon que dans l'expérience VI L.

*
**

En résumé les résultats des deux expériences VI L et VII L démontrent qu'en augmentant la distance entre A et B, les erreurs systématiques de A continuent d'être négatives. Ainsi la ligne A, même à une distance de 40 mm de B, est sous-estimée quand A est plus court que B. En d'autres termes, lorsque B est plus long que A, il est valorisé et a pour effet de dévaloriser A.

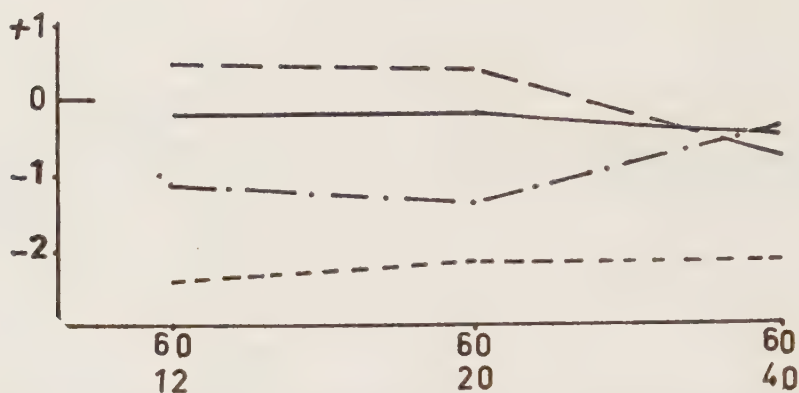


Fig. 44. — Expérience VII L. En abscisses la valeur de A (60 mm) en rapport avec la distance entre A et B (en mm) ; en ordonnées l'erreur systématique (en %).

— — — — 5-6 ans — — — — 7-8 ans — . . — 11-12 ans — — — — Adultes

§ 2. ESSAI D'INTERPRÉTATION.

L'ensemble des expériences réalisées à l'aide des variables linéaires nous mettent en présence de résultats qui diffèrent de ceux obtenus précédemment à l'aide des variables en carré, lors de mêmes expériences (avec les mêmes figures). Cette différence réside, nous semble-t-il, dans le fait qu'en utilisant chacune de ces deux sortes de variables (linéaires ou en carré), nous sommes en présence de structures d'ensemble différentes, formées par les figures et le genre de variable employé.

Nous avons déjà essayé (sous II § 5, paragraphe F) d'interpréter les résultats des expériences réalisées à l'aide des variables en carré, il nous reste maintenant à essayer d'interpréter ces nouveaux résultats.

Nous avons exposé dans le tableau 32 les résultats des calculs théoriques selon les formules déduites de « la formule de la loi des concentrations relatives » et concernant plusieurs relations pouvant s'établir entre les différents éléments de nos figures.

Or, nous avons vu que nos résultats expérimentaux, obtenus par les variables en carré, s'accordaient essentiellement avec la relation entre A et A' ou avec les relations qui la comprenaient également. Autrement dit, d'une façon générale la différence A' jouait un rôle essentiel dans les déformations des segments A et B. Mais que nous apportent nos expériences réalisées avec des variables linéaires ? On peut résumer ces résultats en trois points suivants :

1°) La ligne A (parallèle à la ligne B = 70 mm et distante d'elle de 4 mm), allant de 10 à 60 mm par une échelle de 10 mm, est constamment

sous-estimée dans toutes ses valeurs avec, peut-être, un maximum au niveau de $A = B/2$.

2°) La ligne $B = 70$ mm, en rapport avec la variation de la longueur de A , est à son tour sous-estimée.

3°) Enfin, lorsqu'on augmente progressivement la distance entre A et B , la ligne A reste toujours sous-estimée, jusqu'à une distance de 40 mm entre les deux lignes.

Essayons d'interpréter ces résultats en leur appliquant la théorie des centrations relatives qui nous satisfait le mieux.

I. — Nous avons vu que dans les expériences I L, II L et III L, où les mesures portent sur les déformations de l'élément A dans les positions verticale, horizontale et oblique des parallèles A et B , le segment A est sous-estimé en suivant, en général, la marche suivante : A est de plus en plus sous-estimé lorsque sa longueur augmente de 10 à 30 mm, puis il est de moins en moins sous-estimé quand sa longueur augmente de 40 à 60 mm, de sorte que, généralement, la courbe des déformations présente un maximum négatif se situant aux environs de 30 ou 40 mm de longueur de A .

Or, parmi les relations théoriques, exposées dans le tableau 32, ce ne sont pas les relations fondées sur les interactions entre A et A' qui pourront convenir à nos résultats expérimentaux, puisque nos courbes n'évoluent que dans un sens ; par contre la relation entre A et B , où B , plus long que A , est valorisé et a pour effet de dévaloriser A , coïncide de façon satisfaisante avec nos données expérimentales. Ainsi le facteur principal de sous-estimation de A peut être formulé comme suit :

$$P = \pm \frac{(B-A) A}{BH} \times \frac{B}{B}$$

Dans le cas particulier, c'est-à-dire lorsque $B = 70$ mm, A varie de 10 à 60 mm par un échelon d'intervalle de 10 mm et la distance entre A et B , soit H , est de 4 mm ; les déformations de A sont alors les suivantes :

Valeur de A	10	20	30	40	50	60
P	2,14	3,57	4,28	4,28	3,57	2,14

La comparaison de ces données théoriques avec les courbes expérimentales des déformations de A (par exemple celles des adultes) dans les expériences I L, II L et III L démontre que c'est bien de la relation entre B et A que dépendent les déformations de la ligne A (voir le tableau 90).

TABLEAU 90.

Les déformations de A selon les valeurs théoriques de la relation entre A et B et les erreurs systématiques en % de l'élément A chez l'adulte.

Valeur de A en mm	10	20	30	40	50	60
Relation théorique entre B et A	—2,14	—3,57	—4,28	—4,28	—3,57	—2,14
Exp. I L direction verticale	—2,2	—2,7	—3,7	—2,6	—2,0	—1,3
Exp. II L direction horizontale	+1,0	—0,1	—2,0	—1,1	+0,5	—0,0
Exp. III L direction oblique	+1,0	—3	—1	+0,4	+1,7	+0,5

II. — Mais comment interpréter les résultats des expériences VI L et V L qui ont pour objet la mesure des déformations du segment B ? En effet, lorsqu'on fait porter les mesures sur B, on s'attend à ce que ce segment soit déformé dans le sens inverse des déformations de A, puisque dans l'interaction momentanée des deux segments les déformations d'un élément sont normalement, mais d'une façon causale, compensées par le second élément avec lequel le premier est en relation.

Mais l'examen des déformations de B nous conduit à admettre que la composition d'ensemble de nos figures, dans le cas particulier, provoque d'autres effets qui dominent les déformations de B.

Il nous semble que lorsqu'on mesure les déformations de la ligne B avec des variables linéaires, celles-ci produisent des effets de rectangles très allongés, tandis que les éléments B, A et A' à eux trois constituent une figure rectangulaire dont les grands côtés B ou A+A' sont beaucoup moins valorisés parce qu'étant les grands côtés d'un rectangle plus large. Ces effets dominent les déformations de B sans qu'on puisse exclure de ces résultats l'effet de relation entre A et B. D'ailleurs la faible sous-estimation de B démontre que l'effet de rectangle, bien qu'il domine les résultats, n'est pas le seul effet en jeu. Il est surtout favorisé par la position des variables et de l'étalon ; il suffit de déplacer les variables à gauche (comme c'est le cas de l'expérience IV L de contrôle) pour que la relation entre B et A devienne relativement dominante.

III. — Enfin si on augmente progressivement la distance entre A et B et si on mesure les déformations de A, on voit que le facteur primitif de déformation de A, soit $(B-A)A$, exerce son action jusqu'à une distance de 40 mm entre A et B. Ainsi, à aucun moment, ce facteur n'est remplacé par des facteurs provenant de relation entre A et A' ou de relation entre B et A' ou de relations combinées avec l'une ou l'autre de ces deux relations.

Au total l'étude expérimentale de l'interaction de deux droites inégales et parallèles nous fournit des données (obtenues à l'aide des variables linéaires : de simples droites) qui correspondent à une déva-

luation de A par B , comme c'est le cas de la situation de prolongement. Or, en choisissant un élément B de 70 mm et des A de 10, 20, 30, 40, 50 et 60 mm (distants de B de 4 mm) et en mesurant les déformations de A , au moyen de simples droites, nous obtenons dans les trois directions verticale, horizontale et inclinée de 45° des lignes de données expérimentales qui imposent un calcul fondé sur les relations entre B et A . La ligne A est dévalorisée dans toutes ses valeurs (avec peut-être un maximum vers $A = 30$ mm ou $A = 40$ mm), autrement dit : la sous-estimation, faible au début, grandit avec l'augmentation de la valeur de A jusqu'à $A = B/2$ pour diminuer ensuite.

Notons encore que, si l'on fait porter les mesures sur l'élément B , on trouve que cet élément (constant), au lieu d'être surestimé et de constituer une courbe inverse de celle des déformations de A , est à son tour dévalorisé. On ne peut concevoir ces déformations autrement qu'en considérant qu'au sein des compositions d'ensemble, il se produit des effets de rectangle, car aucune des deux relations (celle entre A et A' et celle entre B et A) que nous avons rencontrées à propos des déformations de nos figures dans d'autres expériences, ne dominent les déformations de B dans les expériences IV L et V L. En effet les variables linéaires, lorsqu'elles se comparent avec la ligne B , produisent des effets de rectangle très allongé, tandis que les éléments B , A et A' , à eux trois, constituent une figure rectangulaire dont les grands côtés B ou $A+A'$ sont beaucoup moins valorisés.

Notons enfin que si l'on augmente progressivement la distance entre A et B , le facteur primitif de déformations de A exerce son action jusqu'à une distance de 40 mm.

CONCLUSION

Cette recherche concerne l'étude expérimentale de l'interaction de deux droites inégales et parallèles, dont l'une est toujours plus courte que l'autre.

Deux types de mesurants ont été utilisés pour réaliser les expériences : des mesurants constitués par une simple droite ou par un des côtés du carré.

I. — En utilisant le côté du carré comme mesurant, les déformations linéaires de A et de B ont été étudiées.

Les résultats obtenus peuvent être résumés en quatre points essentiels.

1) En choisissant un élément B de 70 mm, parallèle à des A de 10, 20, 30, 40, 50 et 60 mm (distants de B de 4 mm) et en mesurant les déformations de la ligne A , on voit que l'erreur systématique est négative pour $A < A'$ et positive pour $A > A'$. Cette erreur est nulle aux environs de $A = B/2$.

2) Lorsque, dans les mêmes conditions, on fait porter les mesures sur B , la déformation de cette ligne est l'inverse de celle de A : à la sous-estimation de A correspond la surestimation de B et à la surestimation de A correspond la sous-estimation de B . En d'autres termes, l'erreur systématique est positive pour $A < A'$ et négative pour $A > A'$.

3) En augmentant progressivement la distance entre A et B et en portant les mesures sur A , on voit qu'à une distance de 20-28 mm l'erreur systématique devient positive pour toutes les valeurs de A .

4) Les déformations de A et de B tendent à diminuer avec l'âge (les expériences portent sur des sujets de 5-6 ans, de 11-12 ans et des adultes). Mais cette diminution quantitative n'est pas toujours significative. Les courbes des déformations obtenues deviennent plus régulières avec l'âge.

Notons que dans ces expériences le facteur de direction (verticale, horizontale ou inclinée) des lignes a été étudié. Les résultats dénotent que ce facteur ne joue qu'un rôle secondaire dans la déformation de grandeur des deux lignes.

Des expériences complémentaires ont montré que l'effet de liaison des extrémités non congruentes des deux lignes A et B , transformant celles-ci en différentes sortes de trapèze, crée tous les intermédiaires entre les propriétés perceptives des figures qui ne sont pas des trapèzes effectifs et celles des trapèzes réels.

II. — En utilisant une simple droite comme mesurant, nous avons repris expérimentalement l'étude des 4 points précédents. Les résultats montrent que ces mesurants créent des structures d'ensemble sensiblement différentes de celles qui se forment à l'aide de mesurant constitué par le côté du carré.

Les résultats obtenus se résument en 4 points :

1) En portant les mesures sur la ligne A qui varie de 10 à 60 mm et qui est distante de B de 4 mm, on voit que l'erreur systématique, au lieu d'être négative pour $A < A'$ et positive pour $A > A'$, comme c'était le cas lors de l'emploi du côté du carré comme mesurant, est toujours négative. Cette erreur systématique atteint son maximum à peu près pour la valeur de $A = B/2$.

2) Lorsqu'on fait porter les mesures sur la ligne B , cette dernière (au lieu d'être surestimée par opposition à la sous-estimation de A) est à son tour sous-estimée sous l'effet de formation de rectangles.

3) En augmentant progressivement la distance entre A et B , on voit que, jusqu'à une distance de 40 mm, la ligne A est sous-estimée. Cela veut dire que le facteur de distance qui joue un rôle important, lorsqu'on emploie le côté du carré comme mesurant, ne joue ici qu'un rôle secondaire.

4) L'étude génétique faite sur les sujets de 5-6 ans, 7-8 ans, 11-12 ans et les adultes ne montre qu'une légère diminution des erreurs avec l'âge, qui n'est pas toujours statistiquement significative.

Notons que dans ces expériences également, le facteur de direction des lignes a été étudié. Les résultats indiquent qu'ici aussi on ne peut attribuer qu'un rôle secondaire à l'effet de l'orientation des lignes.

III. — Cette différence entre les résultats obtenus au moyen des variables linéaires et ceux qui correspondent aux variables carrées est d'un certain intérêt pour la solution de notre problème central, qui est celui de la signification de la différence A' , entre les lignes A et B .

Lorsque la variable est carrée, il n'existe pas de ressemblance prégnante entre le côté du carré servant de mesurant et la ligne A : en ce cas, la comparaison entre la ligne A et ce côté du carré n'exclut en rien que la ligne A fasse par ailleurs partie d'une configuration englobant les lignes A et B ainsi que leur différence A' qui prend alors la signification d'un élément figural indépendant (fig. 45 en haut). Il en résulte que les relations entre A et A' dominent alors l'estimation de la longueur de A .

Par contre, lorsque la variable V est linéaire, la ressemblance entre V et A devient prégnante et ces deux éléments sont alors reliés l'un à l'autre au moins par la ligne de leurs sommets et peut-être aussi par celle de leurs bases (fig. 45 en bas). Il en résulte alors que l'estimation de la longueur de A est dominée par cette assimilation $A = V$, bien que A demeure sous la dépendance de B . La différence A' entre A et B perd alors sa signification d'élément figural indépendant et par conséquent la longueur de A est simplement dévalorisée par celle de B , sans qu'il ne soit plus tenu compte perceptivement des relations entre A et A' , faute d'existence figurale du segment A' .

Cette différence entre les deux catégories d'expériences pose également le problème général des différences entre l'emploi des variables linéaires et celui des variables en tant que le côté des carrés. Avec les variables en carré, nous venons de rappeler que les déformations de la ligne A ou celles de B sont en rapport avec la différence $A' = (B-A)$, tandis que la courbe des déformations de A ou la courbe des déformations de B obtenues à l'aide de variables linéaires, nous amène à penser que les variables linéaires sont susceptibles d'entrer en différentes compositions avec les termes de la figure et de ce fait même de se déformer et de perdre dans une certaine mesure leur valeur de mesurant (voir fig. 45).

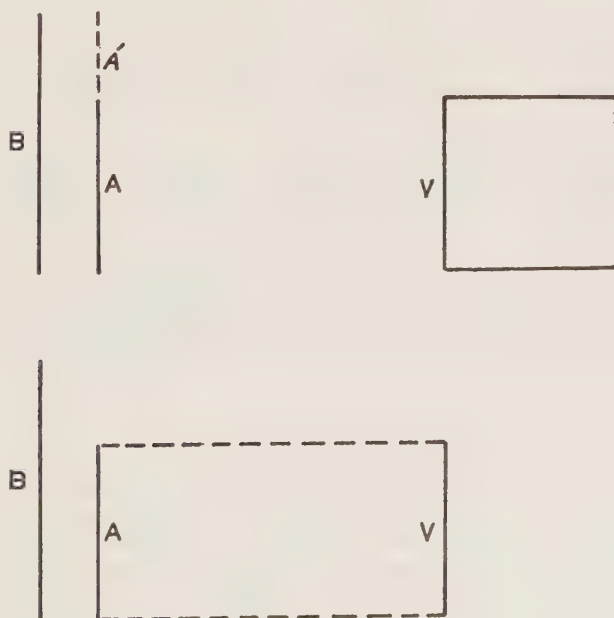


Fig. 45.

Mais si les simples droites créent de telles difficultés lorsqu'on mesure les déformations des parallèles *A* et *B*, il en va tout autrement lorsque le mesurant reste indépendant du mesuré et ne se déforme pas. Le côté d'un carré répond par excellence à cette exigence expérimentale. La raison est que cette figure est une bonne forme et cela parce que les déformations dues aux centrations relatives sur les côtés perçus deux à deux, de même que sur les ouvertures d'angles, etc., s'annulent complètement (12). Cette caractéristique des carrés est expérimentalement prouvée. En effet, dans la recherche 34 (17) portant sur l'estimation perceptive des côtés du rectangle, Piaget nous donne des conclusions nettes : le côté du carré est perçu en relation avec les trois autres côtés du carré et surtout avec la figure d'ensemble en tant que surface fermée par quatre côtés. Les côtés verticaux d'un carré ne peuvent être surestimés en tant que verticaux, car la transposition des égalités supprime ou modère instantanément la déformation. En bref, tandis que la droite simple est surestimée sans obstacle, par centrations relatives sur sa longueur et son épaisseur réunies (largeur du trait), les côtés du carré ne peuvent être déformés sans qu'intervienne un ensemble de régulations correctives dues à la forme totale, qui tendent à supprimer cette surévaluation éventuelle. Lorsque le sujet compare la droite à un rectangle étroit, la droite est alors elle-même perçue comme un rectangle encore plus étroit et plus allongé, d'où la surestimation des variables par rapport à l'étalon.

Cependant il est impossible de savoir si une droite de longueur *X* paraît en elle-même d'une longueur supérieure au côté d'une figure (rectangulaire ou trapézoïdale), mais nous retenons ce fait précis qu'est le caractère indéformable du carré.

Une seconde caractéristique du carré, qui découle de la première, c'est que, étant une figure d'ensemble se suffisant en quelque sorte à elle-même, il n'entre pas en composition avec les figures près desquelles il est situé.

Le côté du carré en tant que mesurant a donc une double caractéristique : 1) il ne se déforme pas ; 2) il est hétérogène avec les autres éléments du champ visuel et ne se compose pas avec ces dernières (voir fig. 45).

*
**

En conclusion, les résultats montrent qu'en utilisant les deux types de mesurant (une simple droite ou un côté du carré) on est en présence de deux sortes de structures d'ensemble sensiblement différentes, qui donnent lieu aux deux genres de déformations de grandeur.

L'hypothèse explicative de ces déformations se fonde sur l'étude des différents rapports provenant de l'interaction entre les divers éléments de la figure. C'est à l'aide de l'analyse et de la synthèse de ces différents rapports que nous avons essayé de décrire les mécanismes aboutissant aux déformations des différents éléments de chaque figure.

BIBLIOGRAPHIE

1. BINET, A. : La mesure des illusions visuelles chez les enfants. *Rev. philosoph.* 40, 1895, 11-25.
2. BOURDON, B. : a) La perception, in *Nouveau traité de psychologie*, de G. Dumas. Paris, Alcan, tome V, 1936.
b) *La perception visuelle de l'espace*. Paris, 1902.
3. FRAISSE, P. : *Manuel pratique de psychologie expérimentale*. P.U.F., 1956.
4. GUILFORD, J. : *Psychometric methods*. New York, McGraw-Hill, 1950, 118-153.
5. GUILLAUME, P. : Perception de l'espace et la psychologie de l'enfant. *J. de psychol.* 21, 1924.
6. GHONEIM, S. : Les déformations perceptives du losange de l'enfant à l'adulte. *Arch. de psychol.* 37, N° 145, 1959, 1-99.
7. GURWITSCH, A. : Quelques aspects et quelques développements de psychologie de la forme. *J. de psychol.* 1936, 413-470.
8. KOFFKA, K. : *Principles of Gestalt psychology*. New York, Harcourt, Brace, 1935.
9. KOHLER, W. : a) La théorie de la forme. *Scientia*. 43, 1928, 113.
b) La perception humaine. *J. de psychol.* N° 1-2, 1930, 5-30.
10. LAMBERCIER, M. : La constance des grandeurs en comparaisons sériales. *Arch. de psychol.* 31, N° 122-123, 1946.
11. PIAGET, J. : a) Quelques illusions géométriques renversées. *Rev. suisse de psychol.* 11, 1952, 19-25.
b) Ce qui subsiste de la théorie de la Gestalt dans la psychologie contemporaine de l'intelligence et de la perception. *Rev. suisse de psychol.* 13, 1954, 72-83.
c) Le développement de la perception chez l'enfant. *Bull. de psychol.* 1955.
d) L'épistémologie de la relation, in *L'évolution humaine*. Flammarion, 1957.
e) Le développement des perceptions chez l'enfant. *Bull. de psychol.* 1960, 13.
f) Le problème neurologique de l'intériorisation des actions en opérations réversibles. *Arch. de psychol.* 1949.
12. PIAGET, J. et ALBERTINI, B. : L'illusion de Müller-Lyer. *Arch. de psychol.* 33, N° 129, 1950.
13. PIAGET, J. et LAMBERCIER, M. : a) Introduction à l'étude des perceptions chez l'enfant et analyse d'une illusion relative à la perception visuelle

- de cercles concentriques (Delbœuf). *Arch. de psychol.* 29, N° 113, 1942, 1-107.
- b) Le problème de la comparaison visuelle en profondeur et l'erreur systématique de l'étalon. *Arch. de psychol.* 29, 1943, 83-136.
14. PIAGET, J. et MORF, A. : L'action des facteurs spatiaux et temporels de centrations dans l'estimation visuelle des longueurs. *Arch. de psychol.* 34, N° 156, 1954.
15. PIAGET, J. et OSTERREICH, P.A. : L'évolution de l'illusion d'Oppel-Kundt en fonction de l'âge. *Arch. de psychol.* 17, N° 133, 1953.
16. PIAGET, J. et PENE, F. : Essai sur l'illusion de la médiane des angles en tant que mesure de l'illusion des angles. *Arch. de psychol.* 35, 1955.
17. PIAGET, J. et DENIS-PRINZHORN, M. : L'estimation perceptive des côtés du rectangle. *Arch. de psychol.* 34, N° 134, 1953.
18. PIAGET, J., PIÉRON, H. et MICHOTTE, A. : *La perception*, Symposium de l'association de psychologie scientifique de la langue française. P.U.F., 1955.
19. PIAGET, J., WURSTEN, H. et JOHANNOT, L. : Les illusions relatives aux angles et à la longueur de leurs côtés. *Arch. de psychol.* 32, N° 128, 1949.
20. SANFORD, E. : *Cours de psychologie expérimentale*. Paris, Librairie C. Reinwald, 1900.
21. SULLY, J. : *Les illusions des sens et de l'esprit*. Paris, Alcan, 1900.
22. THURSTONE : Les méthodes psycho-physiques, in *Méthodes de la psychologie*. Andrews, Ed. T., P.U.F., 1952, 150-190.
23. TITCHENER, E.B. : *Manuel de psychologie*. Paris, Alcan, 1922.
24. VURPILLOT, E. : La loi des centrations relatives. *Bull. de psychol.* 13, 169. 1-2, 1959.
25. WOODWORTH, R. : *Psychologie expérimentale* (trad. française). Paris, P.U.F., 1949, 844-880.
26. WUNDT, W. : *Eléments de psychologie physiologique* (trad. française). Paris, Alcan, 1886.
27. WURSTEN, H. : L'évolution des comparaisons de longueur de l'enfant à l'adulte. *Arch. de psychol.* 32, N° 125-126, 1947, 1-144.

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction	1
II. Etude expérimentale	5
III. Etude génétique	61
IV. Expériences faites à l'aide des variables ordinaires	87
V. Conclusion	111
Bibliographie	115

ACHEVÉ D'IMPRIMER
AUX « PRESSES DE SAVOIE », AMBILLY-ANNEMASSE (H.-S.),
EN SEPTEMBRE 1973

